

Хліб створений тисячолітньою людською мудрістю, майстерністю і наполегливою тяжкою працею. Він є мірилом національного багатства. У кожному шматку хліба — праця сотень людей: хлібороба, мірошника, пекаря, працівників багатьох професій, що забезпечують його виробництво сировиною, паливом, електроенергією тощо.

В Україні, а також у багатьох народів інших країн світу хліб належить до основних продуктів харчування. В різних країнах його споживають від 90 до 400 г на добу або 32–146 кг на рік залежно від економічних факторів, характеру праці, національних особливостей.

Хлібопекарська промисловість України є однією з основних галузей харчової промисловості, яка за виробничими потужностями, механізацією технологічних процесів, асортиментом спроможна забезпечити населення різними видами хлібних виробів, що має важливе значення для підтримки соціальної стабільності в суспільстві.

З розвитком ринкових відносин у суспільстві відбулось роздержавлення і реструктуризація хлібопекарської галузі, виникла велика кількість пекарень, відроджується домашнє хлібпечення.

У цих умовах набуває першорядного значення виготовлення конкурентоздатної продукції, виробництво якої можуть забезпечити прогресивні ресурсозберігаючі технології.

В основі технології хліба лежать біохімічні, мікробіологічні процеси, тому вона належить до біотехнології. Сучасна технологія є результатом колективного творіння спеціалістів — вчених і практиків протягом століть. Значний внесок у розвиток теорії та практики хлібпечення зробили вчені Л.Я. Ауерман, Л.М. Казанська, Н.П. Козьміна, В.Л. Кретович, Л.І Пучкова, В.О.Пат, українські вчені — Л.І. Ведернікова, Н.І. Берзіна, В.І.Дробот, А.А. Міхелев, І.М. Ройтер, Л.І. Карнаушенко.

Створення і впровадження прогресивних технологій здатні забезпечити тільки висококваліфіковані фахівці.

Підручник «Технологія хлібопекарського виробництва» має за мету сприяти підготовці таких спеціалістів. Зміст підручника відповідає програмі дисципліни «Технологія хлібопекарського виробництва». Матеріал його базується на знаннях, що одержали студенти при вивченні дисциплін природничого, загальноінженерного та інших циклів.

У підручнику розглянуто хімічний склад і технологічні властивості сировини, що використовується у хлібопекарському виробництві, викладені теоретичні основи технології хлібних виробів; висвітлено колоїдні, біохімічні, мікробіологічні процеси, фізико-механічні, структурні перетворення біополімерів на різних стадіях технологічного процесу; викладена сучасна технологія виготовлення хлібних виробів в умовах промислових підприємств і пекарень, розглянуті харчова цінність хлібних виробів і шляхи її підвищення; приділена увага актуальним проблемам галузі в ринкових умовах виробництва; коротко висвітлені питання промислової екології, безпеки харчових

продуктів і безпеки життєдіяльності, вимоги до санітарно-гігієнічних умов виробництва.

Підручник призначений для студентів спеціальності «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів», а також інших спеціальностей, що навчаються за напрямом «Харчова технологія та інженерія» I–IV освітньо-кваліфікаційних рівнів. Він може бути корисним студентам інженерно-економічних факультетів, що готують фахівців для харчової промисловості, а також інженерно-технічним працівникам хлібопекарської промисловості.

Автор висловлює щире подяку ректору Національного університету харчових технологій Гулому І.С., колективу кафедри технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів, співробітникам Центральної виробничо-технологічної лабораторії Укрхлібпрому, колишньому головному інженеру Укрхлібпрому Ф.Н. Іванченку, котрий підготував матеріали, використані в розділі, що висвітлює розвиток хлібопекарської промисловості України, а також підприємствам ВАТ «Київхліб» (генеральний директор П.М. Пархоменко), Укрхлібному (генеральний директор О.М. Васильченко), Укрпродспілки (голова К.П. Старкова) та іншим підприємствам і організаціям, які надали допомогу у виданні цього підручника.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ХЛІБОПЕКАРСЬКЕ ВИРОБНИЦТВО

1.1. Коротка історична довідка

Хліб є одним з найвидатніших відкриттів в історії людства. Він існує тисячі років.

Француз Антуан Огюст Пармантьє (1737–1813) дав чудове визначення сутності хліба для людини: «Хліб є великодушним подарунком природи, такою їжею, яку не можна замінити нічим іншим. Захворівши, ми смак до хліба втрачаємо в останню чергу, і як тільки він з'являється знову, це є ознакою одужання. Хліб можна споживати улюбий час дня, у різному віці, за любого настрою, він робить більш смачною решту їжі, є основною причиною і гарного, і поганого травлення. З чим би його не їли, з м'ясом чи іншою стравою, він не втрачає своєї привабливості».

Вчені вважають, що людина почала вживати зерна злакових ще в часи «мезоліту» (15 тис. років тому). З тих часів і починає свою історію хліб. Приблизно 6–8 тис. років тому люди навчилися подрібнювати злаки, почали готувати з них каші, з яких пізніше на розпеченому камінні пекли прісні коржі. Як стверджують археологи, ці каші й були пращурами сучасного хліба.

Минуло ще кілька тисячоліть, і люди навчилися готувати хліб із зброденного тіста. Вважається, що вперше такий хліб почали виготовляти у Єгипті 5–6 тисячоліть тому. Самий давній хліб знайдено єгиптологами в гробниці фараона Рамзеса III. Йому більше 4600 років. Стародавній єгипетський художник на стіні усипальниці фараона відтворив картину виготовлення хліба: єгиптяни збирають зерно, мелють його, місять тісто, виготовляють з нього хліб різної форми — круглий, подовжений, у вигляді плетінок, риб, сфінксів тощо. До наших часів дійшла статуетка тістоміса тих часів, яка зберігається в музеї м. Гізи (Єгипет) і відображає операцію замішування тіста в ті часи. Спочатку це був хліб з грубо подрібненого зерна. Пізніше єгиптяни винайшли жорна і навчилися одержувати борошно дрібного помелу, з якого виготовляли розпушений мікроорганізмами хліб.

Саме у Єгипті були поєднані в один процес три великих відкриття давнини: вирощування пшениці, застосування жорен для помелу зерна і використання мікроорганізмів для розпушення тіста, які започаткували технологію виготовлення хліба. Так був створений хліб, обрис якого не змінюється вже протягом 5 тисячоліть.

Пізніше (3 тис. років тому) мистецтво випікати хліб зі зброденного тіста перейшло до Греції, а звідти у Рим і деякі інші європейські країни.

Як вважає багато вчених, слово «хліб» походить від грецького слова «клібанос» — горщик спеціальної форми, в якому грецькі майстри випікали хліб. Від

слова «клібанос» у стародавніх готів було утворено слово «хлайфе», яке перейшло у мову стародавніх німців, як «хлайб», росіян «хлеб», українців «хліб», естонців «лейб».

Значний розвиток хлібопечення знайшло у стародавньому Римі, де майстерність пекаря цінувалась дуже високо. У Римі встановлено єдиний у світі пам'ятник пекарю Вергілію Еврісаку (30 століття до н.е.), який являє собою хлібну корзину, на її барельєфах зображені сцени приготування борошна і всі стадії виготовлення хліба. Це стародавні римські млини, жорна яких рухають раби або коні, замість тіста, формування тістових заготовок, випічка хліба у двох великих печах, підрахунок готового хліба, зважування його, укладання в кошики. Висота цього пам'ятника 13 м.

У 776 році на перших олімпійських іграх гостей пригощали білим хлібом з маслинами та рибою.

В Україні хліб знайшли в будовах Трипільської культури, що існувала 3 тисячоліття тому. Були знайдені останки глинобитних будинків з кількома приміщеннями. Частина кімнат використовувалась для житла, а решта служила коморами для запасів зерна та інших продуктів. У кожній кімнаті будувалась жарова піч для випікання хліба. Тут знаходились великі глиняні посудини для зберігання зерна і зернотерки.

З розвитком ремесел з'явилися ремісники — пекарі, виникли пекарні. У середні віки при кожному замку і монастирі були свої млини і пекарні. Символом середньовікових майстрів пекарів у багатьох країнах був великий крендель, виготовлений з дерева чи металу з позолотою, що висів на вході у пекарню або хлібну лавку. Такий крендель зберігся до наших днів у Талліні (Естонія).

Велика увага приділялась якості хліба. У Російській імперії Петром I були видані циркуляри, за якими виготовлення хліба з меншою проти передбаченої вагою, низької якості, а також підвищення ціни на хліб торговці хлібом і пекарі жорстоко карались батогами. Нагляд за пекарнями здійснювали офіцери поліцейської канцелярії.

Перші хлібопекарські підприємства, які почали витіснити кустарні, з'явилися лише наприкінці XIX сторіччя.

Після винайдення 5 тис. років тому технології виготовлення хліба за допомогою мікроорганізмів сутність подальшої історії розвитку хлібопечення полягала в удосконаленні процесів приготування борошна, тіста, випікання хліба, покращанні його асортименту та якості, механізації трудомістких процесів.

Велика майстерність виготовлення хліба удосконалюється і сьогодні, в умовах механізованого виробництва.

З давніх часів по сьогодні професія людей, що виготовляють хліб, користується особливою повагою у суспільстві.

1.2. Огляд розвитку хлібопекарської промисловості України

Перед початком першої світової війни (1914 р.) Україна не мала хлібопекарської промисловості. Ця галузь харчової індустрії була представлена численними дрібними кустарними підприємствами. У 1913 році випічка хліба пекарнями не перевищувала 2,3 кг на душу населення на рік.

Вся техніка хлібопечення складалася із сита для ручного просіювання борошна, совка й відра для «дозування» сировини, дерев'яного ящика для ручного замішування тіста, жарової в більшості випадків 2-х ярусної печі, що обігрівалась нафтою чи дровами, і дерев'яної лопати для посадки тістових заготовок у піч та виймання хліба з печі.

Після революції 1917 року була здійснена націоналізація хлібопекарень і передача значної частини їх споживчій кооперації.

Для того, щоб забезпечити постачання населення міст і промислових центрів хлібом, потрібно було здійснити заходи по розширенню виробничих потужностей підприємств хлібопечення, створити механізоване виробництво хліба, що вимагало організації та розвитку власного хлібопекарського машинобудування.

У 1925 році на машинобудівних заводах акціонерного товариства «Мельбуд» було почате виробництво обладнання для просіювання борошна, тістомісильних машин із підкатними діжами, тістообробних машин і механізованих печей з висувними подами ХВ.

Пізніше хлібопекарське обладнання став випускати Сімферопольський завод Криммашинобудування і з 1926 року — Всеукраїнське пайове товариство «Електрохліб». Створення механізованої бази хлібопечення дало можливість приступити до реконструкції існуючих і будівництва нових підприємств та звільнити робітників пекарень від тяжкої ручної праці по замішуванню тіста й обслуговуванню жарових печей.

У 1925–26 рр. в Україні були введені в дію перші механізовані хлібозаводи у містах Харкові та Донецьку.

У 1929 році на машинобудівних заводах «Мельбуду» було організоване виробництво конвеєрних печей АЦХ потужністю 48 т формового хліба на добу, які були встановлені на хлібозаводах у Харкові та Києві.

У 1931 році для проектування будівництва хлібозаводів і механізованих пекарень була створена проектна організація «Хлібопроект», пізніше реорганізована в «Харчопроєкт», а надалі — Діпрохарчопром, який відіграв значну роль у розвитку хлібопекарської промисловості.

Кількість хлібозаводів із року в рік зростала. Так, з 1928 року, коли діяло 14 хлібозаводів і 24 механізовані пекарні, по 1940 рік число хлібозаводів в Україні зросло до 93, а мехпекарень — до 192. Окрім цього, працювало 205 кустарних пекарень. Хлібозаводи і пекарні виробляли понад 2,5 млн. т продукції, у тому числі механізовані підприємства — 74,9 % від загальної кількості.

Під час Великої Вітчизняної війни підприємства хлібопекарської промисловості зазнали великих руйнувань. В Україні наприкінці війни збереглося лише 12% довоєнної потужності бази хлібопечення.

У післявоєнні роки (1945–1950) були не лише повністю закінчені роботи по відбудові хлібопекарських підприємств, але й побудовані нові хлібозаводи з більш прогресивними технікою і технологією. На переважній більшості хлібозаводів замість печей з висувними подами, які діяли до війни, встановлювали конвеєрні печі ФТЛ-2, ХВЛ та інші, були механізовані процеси, де в довоєнний час застосовувалась ручна праця.

У п'ятидесяті роки почалось виготовлення агрегатів безперервного тістоприготування системи інженера Рабіновича, проф. Гатіліна та інших, впровадження яких у величезній мірі сприяло створенню механізованих поточкових ліній хлібопекарського виробництва.

У 1955 році виробництво хліба на підприємствах промислового хлібопечення України досягло 4317 тис. т, в т.ч. на хлібозаводах і пекарнях Мінхарчопрому — 3108 тис. т, або 71,8% всього об'єму виробництва. На 1 січня 1966 року в Україні діяли 2056 хлібопекарських підприємств різної потужності, які виробляли більше 6000 тис. т хліба.

У механізації виробничих процесів хлібопекарської промисловості велику роль зіграв Український науково-дослідний і конструкторський інститут продовольчого машинобудування — УкрНДіпродмаш. Інститут був створений у 1960 році.

У 60–80 роках продовжувались роботи по будівництву нових потужних хлібозаводів (їх було побудовано біля 80) і реконструкції діючих. На підприємствах підвищувався рівень механізації, будувались склади безтарного зберігання борошна, впроваджувались нові конструкції конвеєрних хлібопекарських печей, тунельні печі, тістоприготувальні агрегати безперервної дії, тістоподільне і тістоформуєчне обладнання.

Створювались поточкові комплексно-механізовані лінії, на яких вироблялось 61 % всієї продукції.

Широке впровадження знайшли рідкі дріжджі, рідкі житні закваски, рідкі опари, поширився прискорений спосіб приготування тіста на великих рідких опарах, диспергованій фазі. Була розроблена і впроваджена технологія приготування пшеничного тіста на великій густій опарі й житнього — на густих заквасках в агрегатах безперервної дії.

Збагачувався і асортимент виробів новими видами продукції. Були розроблені та впроваджені такі види хліба, як український, український новий, дарницький, столовий, паляниця українська, арнаут київський, батони студентські, рогаляки з маком та інші вироби. На зміну формовому прийшли подові види хліба.

Створення механізованого хлібопечення в республіці вимагало наявності висококваліфікованих кадрів інженерно-технічних працівників і технічно грамотних робітників хлібопекарського виробництва. З метою підготовки таких кадрів були створені школи фабрично-заводського навчання з хлібопечення у містах Києві, Харкові, Донецьку, Луганську, Дніпропетровську, Одесі й пізніше у м. Львові. В Одесі був відкритий технікум хлібопекарської промисловості.

Для забезпечення хлібопекарської промисловості інженерними кадрами в 1950 році почалась підготовка спеціалістів у Київському технологічному інституті харчової промисловості, а в 1970 році — в Одеському технологічному інституті.

У 1969 році в Києві був створений Інститут підвищення кваліфікації та перепідготовки керівних працівників і спеціалістів харчової та переробної промисловості, який у цей час є складовою Національного університету харчових технологій.

Будівництво нових хлібозаводів продовжувалось до 1996 року. В 1994 р. у Києві був уведений в експлуатацію найпотужніший в Україні хлібозавод на 200 т хліба на добу, оснащений печами ППЦ і «Гостол», з високою механізацією і автоматизацією операцій на всіх ланках технологічного процесу — хлібозавод № 10.

Сьогодні населення України забезпечується хлібом високомеханізованими підприємствами Укрхлібпрому, їх — 384 (входять до складу 201 відкритого акціонерного товариства); Укоопспілки, що об'єднує 558 хлібозаводів; Укрпродспілки, до якої входить 58 хлібозаводів потужністю 10–30 т/добу, а також пекарні, які виробляють від 0,2 до 3 т хлібних виробів на добу.

Аналіз динаміки виробництва хліба в Україні з 1980 до 2001 р. (рис. 1.1) показує, що у 2001 році загальне виробництво хліба зменшилось у порівнянні з



Рис. 1.1. Динаміка виробництва хлібних виробів в Україні

1990 роком у 3 рази. У 2001 році хлібопекарськими підприємствами України вироблено 2,46 млн. т хліба, тоді як у 1990 — 7,4 млн. т. Це приблизно 137 г на одну людину на добу або 50,1 кг на рік проти 355 г і 129,6 кг відповідно у 1990 році.

Законом України «Про прожитковий мінімум» норма споживання хліба, затверджена для розрахунку споживчої корзини, складає 277 г на добу або 101 кг на рік.

Зі всього об'єму хліба більше 68 % виробляють потужні підприємства Укрхлібпрому, 6,9 % — Укркооперації, 0,8 % — Укрпродспілки і 17,2 % — пекарні.

Останнім часом спостерігається зростання питомої ваги продукції, що виробляють потужні підприємства. Це пов'язане з вищою якістю і конкурентоздатною ціною на вироби цих підприємств.

Зниження загального виробництва і споживання хліба населенням в Україні пояснюється погіршенням його економічного становища, підвищенням цін на хліб, раціональним використанням хліба (він використовується лише для харчування), розвитком домашнього хлібопечення і міні-пекарень.

Відбулися зміни і в асортименті хлібних виробів. У 2001 році в загальному об'ємі виробництва хліб із суміші житнього обдирного і пшеничного сортового борошна складав 38, із пшеничного борошна I сорту — 29, булочні та здобні вироби — 11, бубличні вироби — 0,5; сухарні — 0,1; інші — 0,6 %. Дещо розширюється випуск заварних видів хліба. Значно зменшилось виробництво здобних, бубличних, сухарних виробів, хоча асортимент їх розширився за рахунок розроблення нових видів з поліпшеним складом рецептури.

Зникає необхідність у великій кількості потужних підприємств з комплексно-механізованими лініями і безперервним виробничим процесом. В умовах роботи цих підприємств важко оперативно змінювати асортимент, своєчасно реагувати на потреби ринку.

Підприємства переходять на порційні способи приготування тіста, організують при заводах пекарні, укомплектовані імпортним обладнанням, що дозволяє значно розширити асортимент виробів. Впроваджуються прискорені технології виробництва хліба.

За останні роки відбулось роздержавлення і реструктуризація хлібопекарської галузі. На базі хлібопекарських підприємств утворені відкриті акціонерні товариства, колективні підприємства. Розвивається власна торговельна мережа, що знижує транспортні витрати.

Координує діяльність хлібопекарських підприємств, здійснює їх інформаційне і методичне забезпечення, розробку нормативної документації, загальногалузевих програм, представляє та захищає інтереси цих підприємств у державних, господарських і міжнародних організаціях утворене на добровільних засадах об'єднання «Укрхлібпром».

1.3. Загальна характеристика хлібних виробів

З давніх часів хлібом називають зерно злакових. У народі кажуть: «Не той хліб, що в полі, а той, що в коморі», маючи на увазі зібраний врожай зернових. У більш вузькому розумінні хлібом називають різноманітні вироби, випечені з подрібненого зерна (борошна), тобто хлібні вироби. Ці вироби відрізняються сортом борошна, з якого вони виготовлені, рецептурою, смаковими якостями, формою, вагою, оздобленням верхньої скоринки тощо.

В Україні хлібні вироби готують із житнього борошна — сіяного, обдирного, обойного сортів і пшеничного — вищого, першого, другого та обойного сортів або їх суміші. Як домішки при виробництві певних видів хліба до основного сорту борошна можуть додаватись кукурудзяне, вівсяне, ячмінне борошно, а також борошно бобових — соєве, горохове, люпинове.

У практиці хлібопечення хлібні вироби за певними ознаками об'єднані в групи (рис. 1.2).

Хліб — це вироби з житнього, пшеничного борошна різних сортів та їх суміші масою більше 500 г. Хліб із житнього, пшеничного борошна, а також їх суміші випікають простих і поліпшених видів. Прості види хліба виготовляють лише з борошна, дріжджів, солі та води. Наприклад, хліб український новий, арнаут київський. До складу поліпшених різновидностей хліба додатково можуть входити патока, борошняна заварка, цукор, іноді жир, кмін, коріандр, аніс. Наприклад, хліб гірчичний (в його рецептуру входить гірчична олія), київський заварний (містить заварку з борошна, а також кмін), хліб столовий (містить цукор).



Рис. 1.2. Види хлібних виробів

Булочні вироби виготовляють в основному із пшеничного борошна вищого і першого сорту у вигляді батонів, плетінок, калачів, булочок масою 500 г і менше. До їх рецептури входить цукор і жир в сумі менше 14 % до маси борошна.

Здобні вироби виробляють з пшеничного борошна вищого, рідше першого сорту у вигляді різної форми булочок, фігурок тощо. До рецептури здобних виробів входить цукор і жир в сумі 14 % і більше до маси борошна, а також інші види сировини: яйця, повидло, ванілін, родзинки тощо.

У кожній з трьох зазначених груп розпізнають формові вироби, тобто такі, що випікаються у формах, і подові — такі, що випікаються на поду печі.

Бубличні вироби — це сушки, баранки, бублики. Ці вироби мають форму кільця, рідше овалну, характеризуються низькою, порівняно з булочними виробами, вологістю. Сушки і баранки відносять до продуктів з подовженим терміном зберігання. Вологість сушок становить всього 9–13 %, баранок — 14–19 %, тоді як булочні вироби мають вологість 36–42 %.

Прості та здобні сухарі — це вироби, які виготовляють із звичайного хліба або спеціально виготовлених хлібних виробів. Вони мають вологість 8–12 %. До цієї ж групи належать також грінки, хрусткі хлібці.

Окрему групу складають пироги, пиріжки, пончики.

З усього різноманітного асортименту виробів виділяють національні вироби. Це вироби, що виробляють з суцільно місцевої сировини або притаманні смаком того чи іншого народу або регіону. Наприклад, узбецькі перепічки, азербайджанський чурек. Зі складу перелічених груп в окрему слід вичленити дієтичні та профілактичні вироби. Ці вироби мають спеціальне призначення.

У практиці хлібопекарського виробництва, науково-технічній літературі, а також у побуті всі види хлібних виробів часто об'єднують під загальним поняттям «хлібобулочні вироби». Цим поняттям у подальшому ми також будемо користуватись.

Усі види хлібобулочних виробів виготовляються за рецептурою, яка передбачає склад і кількість сировини, що використовується для приготування певного виробу. У рецептурі вказується кількість сировини в кілограмах на 100 кг борошна. Наприклад, рецептурою на виробництво батонів нарізних передбачено, що на 100 кг борошна пшеничного вищого сорту має витратитись 4 кг цукру, 3,5 кг маргарину, 1,5 кг солі кухонної, 1,0 кг хлібопекарських дріжджів. Цей склад сировини і буде обумовлювати хімічний склад і харчову цінність батонів.

Асортимент виробів, що виготовляються хлібопекарськими підприємствами України, нараховує понад 1000 найменувань. Він постійно розширюється, оновлюється, розробляються нові види виробів з використанням місцевих, а також нетрадиційних видів сировини, додаються поліпшувачі, цукрозаменники тощо. На сьогодні найважливішою проблемою є розширення асортименту дієтичних і хлібних виробів оздоровчого характеру, тобто виробів, що мають імуномодельючу, антиоксидантну і радіопротекторну дію на організм людини.

1.3.1. Хімічний склад і харчова цінність хлібобулочних виробів

Хімічний склад хлібобулочних виробів (узагальнено — хліба) залежить в основному від сорту борошна, з якого вони виготовлені, й рецептури.

Основною складовою хліба є вуглеводи. Їх вміст складає від 40 % у хлібі житньому з обойного борошна, до 70 % у сухарях. Це крохмаль і продукти його гідролізу — декстрини: оліго-, ахро- і еретродекстрини; моносахариди — глюкоза, фруктоза, пентоза, арабіноза, ксилоза, галактоза; дисахариди — сахароза, мальтоза, лактоза (у разі вмісту у хлібі молочних продуктів). Серед вуглеводів є нерозчинні полісахариди: целюлоза, геміцелюлоза, клітковина, пектини, пентозани. 1 г вуглеводів забезпечує 3,75 ккал або 15,70 кДж енергії.

Білкових речовин у хлібі від 6,5 до 11 %. Вони представлені власне білками, а також продуктами гідролізу білків — поліпептидами, пептидами, амідами, амінокислотами. Серед амінокислот є всі незамінні амінокислоти, що не синтезуються в організмі людини: валін, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан, фенілаланін. 1 г білку забезпечує 16,7 кДж або 4,0 ккал енергії.

До хімічного складу хліба входять органічні кислоти. Це в основному молочна, оцтова, винна, яблучна, щавлева, мурашина. Загальний вміст органічних кислот у різних виробках становить 0,3–1,3 %.

Хліб містить такі біологічно активні речовини, як вітаміни і мінеральні речовини. Вони виконують різнобічні функції в організмі та забезпечують його життєздатність. Вміст мінеральних сполук складає від 1,2 до 2,5 %. З макроелементів це Na, K, Ca, Mg, P, S, Cl та інші. Багатий склад мікроелементів — Fe, J₂, Co, Mn, Mo, F, Cr, Zn та інші.

До складу хліба входить комплекс життєво необхідних вітамінів групи B — тіамін (B₁), рибофлавін (B₂), а також нікотинова кислота (PP), токоферол (E) та інші.

Хлібні вироби містять 0,6–1,2 % жирів, внесених з борошном. Вони представлені тригліцеридами, насиченими і ненасиченими жирними кислотами. Деякі види хліба, а також булочні, здобні, бубличні, сухарні вироби містять значно більше жирів (від 3 до 15 %, інколи більше) внаслідок внесення їх у процесі приготування тіста. Один грам жирів забезпечує 87,7 кДж або 9,0 ккал енергії.

Окрім вказаних хімічних складових хліб містить комплекс хімічних сполук, що утворюються в процесі бродіння тіста і під час його випікання. Це спирти, ефіри, альдегіди, кетони, меланоїдини тощо.

Хліб має високу харчову цінність. На відміну від багатьох інших продуктів, хлібні вироби здатні забезпечити організм людини значною кількістю енергії та майже всіма життєво необхідними речовинами: білками, вуглеводами, вітамінами, мінеральними речовинами, а булочні та здобні вироби ще й жирами.

Харчова цінність хліба залежить від виду і сорту борошна, рецептурних добавок і вологості виробу. Так, енергетична цінність здобних виробів значно вища, ніж хліба з того ж сорту борошна, що обумовлене вмістом у їх рецептурі цукру, жирів, яєць і значно меншою вологістю, ніж вологість хліба.

Порівняно з виробами із пшеничного борошна житній хліб вигідно відрізняється за вмістом незамінних амінокислот, мінеральних речовин, вітамінів. Тому він, маючи нижчу, ніж пшеничний хліб, енергетичну цінність, має вищу біологічну цінність, тобто краще забезпечує організм людини необхідними речовинами.

При добовій потребі людини в енергії 2850 ккал при споживанні 350 г хлібних виробів (250 г хліба дарницького і 100 г батонів нарізних) організм одержує біля 30 % загальної калорійності раціону харчування, забезпечується 28 % добової потреби в білках, біля 40 % — у вуглеводах, 31 % — у вітаміні B₁, 48 % — у залізі.

У країнах із високорозвиненою економікою і високою культурою харчування хліба вживають значно менше за рахунок збагачення раціону м'ясними, молочними продуктами, овочами і фруктами. Наприклад, у Великій Британії вживають хлібних виробів 48,4 кг на рік, у Німеччині — 83 кг, в Японії — 32 кг, у США — 33,6 кг, у Канаді — 33,5 кг, тоді як в Україні — 128–146 кг.

Хліб добре засвоюється організмом. Це пояснюється тим, що він має розпушену еластичну м'якушку, в якій білки оптимально денатуровані, крохмаль клейстеризований, цукри розчинені, жири емульсовані, оболонки розм'якшені. Такий стан складових хліба робить їх легкодоступними для дії ферментів шлун-

ково-кишкового тракту. Приємний смак і аромат хліба сприяють виділенню в організмі травних соків, збуджують апетит.

Хімічний склад хліба, його смак, запах, стан білків і вуглеводів, що утворюють його структуру, наявність у ньому біологічно активних речовин — вітамінів, мінеральних речовин надають йому високої фізіологічної цінності. Під фізіологічною цінністю продукту розуміють вплив його складових на різні системи життєдіяльності організму: імунну, серцево-судинну, травну тощо.

І все ж, незважаючи на досить високу харчову цінність, згідно сучасних вимог науки про харчування, хлібні вироби потребують покращання свого складу. У хлібі не оптимальне співвідношення білків і вуглеводів, кальцію і фосфору, недостатній вміст таких незамінних амінокислот, як лізин, метіонін, триптофан. Вважається доцільним збагачення хлібних виробів вітамінами групи В, РР, харчовими волокнами, деякими мікроелементами — йодом, залізом, кальцієм, іншими біологічно активними речовинами. Найбільше незбалансована за хімічним складом продукція із борошна вищого сорту, булочки та здобні вироби.

Підвищення харчової цінності виробів здійснюють шляхом включення до їх рецептури сировини, багатой на білки, вітаміни, мінеральні речовини, а також внесення біологічно активних харчових добавок. Це можуть бути молочні продукти, продукти із сої, зародки злакових, вітамінно-мінеральні премікси тощо.

1.3.2. Вимоги до якості хлібобулочних виробів

Якість хлібобулочних виробів регламентується нормативно-технічною документацією на ці вироби. Показники якості закладені у відповідні стандарти або технічні умови і мають беззастережно виконуватись.

Хліб оцінюють за органолептичними ознаками, такими як зовнішній вигляд, правильність форми, забарвлення верхньої скоринки, стан м'якушки, її розпушеність, смак, запах, а також за фізико-хімічними показниками, такими як вологість, кислотність, пористість. Перевіряється також вміст цукру й жиру, якщо вони передбачені рецептурою.

Форма виробів має бути правильною, скоринка — без великих тріщин і підривів. Забарвлення скоринки — від золотисто-жовтого до темно-коричневого, залежно від виду виробів. М'якушка хліба має бути гарно пропечена, еластична, не крихка, рівномірно розпушена.

Смак і запах мають бути характерними для кожного виду виробів. Вони не повинні бути надмірно солоні, кислі або з гірким присмаком і залежать від сорту борошна, з якого вироблений хліб, рецептури, тобто вмісту солі, цукру, жиру, технології приготування виробів.

Солоний смак хліба обумовлюється вмістом кухонної солі (із хлібом людина вживає 4–5 г солі на добу). Носіями кислого смаку є кислоти, що накопичуються в тісті у процесі бродіння. Солодкого смаку виробам надають внесені під час замішування тіста цукор, патока, солодкі екстракти, оцукрена борошняна заварка.

На повноту смаку й запаху впливають також спирти, ефіри, легкі органічні кислоти, складна композиція інших сполук, що утворюються у процесі бродіння тіста та випікання хліба.

Однією з важливих споживчих якостей хліба є його свіжість.

Зміни в якості хліба у процесі зберігання пов'язані зі старінням його високополімерів — білків і крохмалю. Більшість дослідників приходить до думки, що

клейстеризований під час випікання крохмаль у процесі зберігання хліба знову повертається до кристалічного стану, зерна крохмалю стискаються, зменшуються в об'ємі. Поряд із цим ущільнюється структура білкових речовин, частково випаровується вивільнена при цьому вода. Внаслідок цих процесів хліб стає крихким, його м'якушка жорсткою, змінюється смак і аромат.

Швидкість черствіння залежить від виду виробів, сорту борошна, з якого вироблено хліб, рецептури, маси виробів, умов зберігання тощо. Залежно від зазначених чинників установлені терміни реалізації виробів для житнього й житньо-пшеничного хліба — не більше 36 год; для пшеничного — не більше 24 год; для дрібноштучних виробів — не більше 16 год. Після цього терміну зберігання хліб вважається черствим і не підлягає реалізації у торговій мережі.

1.4. Технологічна схема виготовлення хлібобулочних виробів

Виробництво хлібобулочних виробів можна розділити на такі етапи: зберігання і підготовка сировини до виробництва, приготування тіста, оброблення тіста, випікання тістових заготовок, охолодження і зберігання хліба. Кожен з цих етапів включає низку технологічних операцій, що забезпечують виготовлення виробів. Послідовність і сутність основних технологічних операцій представлені на функціональній схемі хлібопекарського виробництва (рис. 1.3).

Зберігання і підготовка сировини до виробництва. Борошно зберігають у ємкостях (силосах) або мішках. Перед подачею на виробництво при необхідності окремі партії змішують для покращання хлібопекарських властивостей, просіюють через сита для відокремлення сторонніх домішок і пропускають через пристрій для видалення металомігнітних домішок.

Сіль зберігають у мішках або насипом в окремому приміщенні. Перед використанням її розчиняють у воді в солерозчиннику. На сучасних хлібозаводах сіль зберігають у вигляді насиченого розчину. Розчин фільтрують, відстоюють і подають на виробництво.

Пресовані дріжджі зберігають у холодильнику. Перед використанням їх подрібнюють. У спеціальній дріжджемішалці готують суспензію дріжджів у теплій воді, яку використовують для приготування тіста.

Вода зберігається у баках холодної та гарячої води. Перед приготуванням тіста холодну і гарячу воду змішують у певній пропорції для доведення до необхідної температури.

Цукор зберігають у мішках. При підготовці до виробництва його розчиняють у воді та фільтрують.

Тверді жири зберігають у ящиках або бочках, рідкі — у ємкостях. Перед використанням тверді жири розтоплюють і проціджують через сита певного розміру. Проціджують також рідкі жири й олії.

Яйця дезінфікують, розбивають і проціджують через сито.

Приготування тіста. Із підготовленої сировини за установленною рецептурою готують тісто. Пшеничне тісто готують в одну (безопарний спосіб) або у дві фази (опарний спосіб).

При безопарному способі тісто замішують зразу із всієї сировини. У місильний апарат відповідно до рецептури дозується борошно, вода, дріжджова сус-

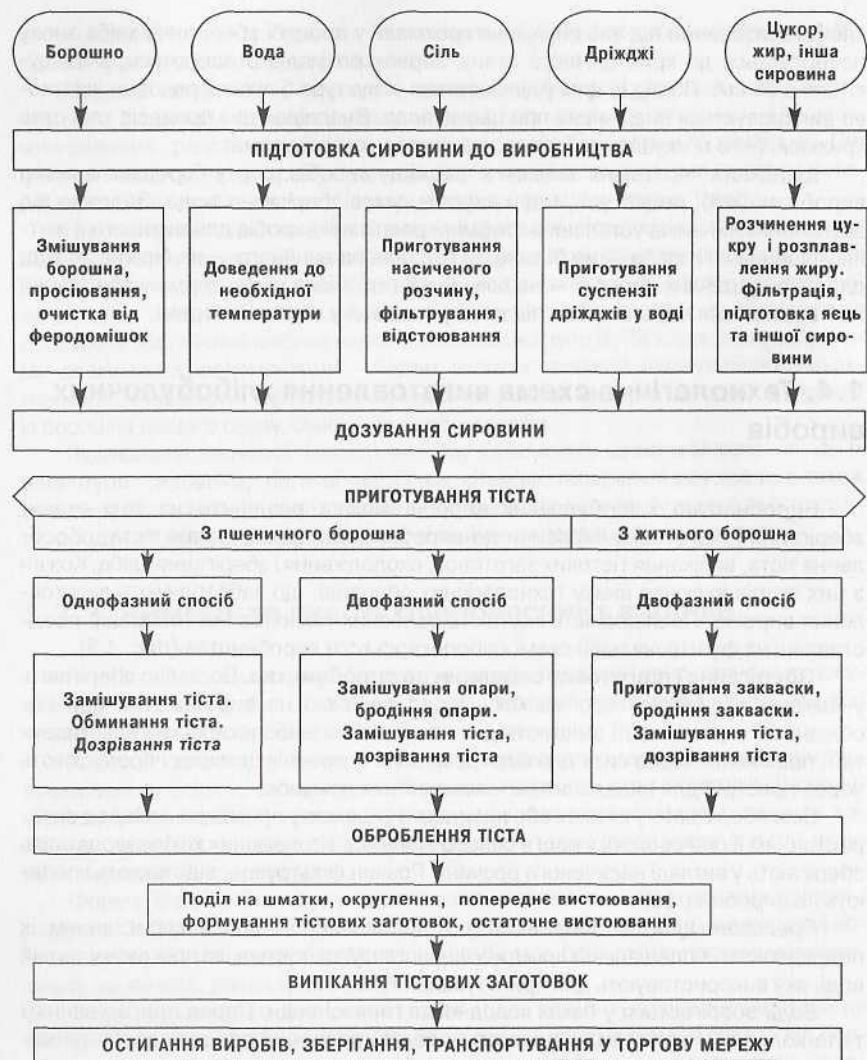


Рис. 1.3. Узагальнена функціональна схема хлібопекарського виробництва

пензія, сіль, інша сировина і проводиться замішування до одержання однорідної маси. Приготовлене тісто певний час виброджує.

При опарному способі спочатку із частини борошна, води, усіх дріжджів готують опару. Після дозрівання до неї додають решту борошна і води, сіль, а також іншу сировину і замішують тісто. Під час бродіння дріжджові клітини зброджують цукри борошна з утворенням спирту і діоксиду вуглецю, який розпушує тісто, воно збільшується в об'ємі, набуває необхідних фізичних властивостей, у ньому накопичуються ароматичні речовини.

Житні сорти хліба готують в основному двофазним способом. Спочатку готують закваску, потім на ній замішують тісто.

Оброблення тіста. Ця операція включає поділ тіста на шматки зазначеної маси, надання їм певної форми: кулястої — на тістоокруглювальних чи батонно-подібної — на тістозакатних машинах; вистоювання сформованих тістових заготовок у спеціальних шафах. Під час вистоювання тістові заготовки розпушуються, збільшуються в об'ємі. Ця операція забезпечує хороший об'єм хліба, формування структури пористості.

Випікання. Після вистоювання тістові заготовки випікають у хлібопекарських печах різної конструкції. Під час випікання унаслідок теплофізичних, мікробіологічних, біохімічних, колоїдних, хімічних процесів тістова заготовка перетворюється на хліб із забарвленою скоринкою і духмяним ароматом.

Остигання і зберігання. Випечений хліб укладають в ящики або лотки, які розміщують на вагонетках або у контейнерах, при цьому відбраковують вироби, що не відповідають стандартам. Вагонетки з хлібом транспортують у хлібосховища для остигання і реалізації.

На цей час більшість хлібо заводів не мають механізованих хлібосховищ. Всі виробничі операції, що пов'язані з укладанням хліба в лотки, на вагонетки або в контейнери, транспортуванням останніх у хлібосховища і завантаженням виробів у автомашину виконуються здебільшого вручну.

Більш широке уявлення про стадії виробництва, послідовність виробничих операцій, машинно-апаратне оформлення технологічного процесу дає апаратурно-технологічна схема виготовлення хлібу булочних виробів на підприємстві (на прикладі батонів нарізних), рис. 1.4.

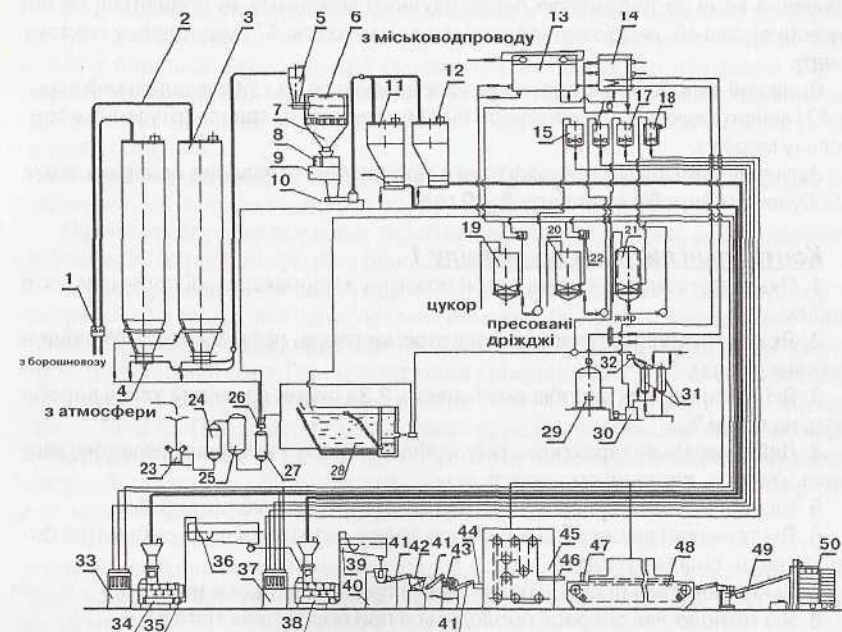


Рис. 1.4. Апаратурно-технологічна схема виробництва батонів на сучасному хлібо заводі

Як показано на схемі, борошно доставляється на виробництво борошновозами. З борошновоза через приймальний щиток 1 у вигляді аерозолу по трубопроводу 2 подається до силосів 3 для зберігання. Із силосів роторними живильниками 4 борошно направляється в циклон 5, з нього — на просіювач 6, після просіювання — у проміжний бункер 7, автоваги 8. Зважене борошно із бункера 9, розташованого під автовагами, шнековим живильником 10 подається у виробничі бункери 11. Фільтри 12 очищають транспортує повітря від борошняного пилу. Повітря для транспортування борошна компресором 23 подається в очисні апарати 24 і 26, апарат для стабілізації тиску (ресивер) 25, а з них через розподільник 26 — на виробництво.

Вода з міського водопроводу надходить до баків холодної 13 і гарячої 14 води, з яких подається до водомірних бачків 22. Вода для живлення парового котла 29 попередньо пропускається через апарати установки для хімводочистки 30–32. Пара з парового котла підводиться до вистійної шафи і печі, а також подається до баку 14 для підігріву води. Для замішування опари у тістомісильну машину безперервної дії 34 подається борошно, дозуючою станцією 33 відміряється решта сировини зі збірних ємкостей. Із тістомісильної машини опара лопатевим насосом 35 подається в ємкість для бродіння 36. Виброджена опара надходить у машину для замішування тіста 38, туди ж дозуювальною станцією 37 подається вода, сіль та інші компоненти, передбачені рецептурою. Тісто виброджує в ємкості для бродіння 39 над тістоподільником 40. Із тістоподільника у вигляді шматків певної маси тісто стрічковим транспортером 41 направляється в округлювач 42, а потім — у тістозакатну машину 43. Далі укладачем 44 тістові заготовки завантажуються в колиски вистійної шафи 45. Після вистоявання вони за допомогою пересадочного механізму 46 подаються на під конвеєрної печі 48, надрізаються циліндричним ножом 47 і надходять у пекарню камеру.

Випечені вироби транспортером направляються на хлібоукладальний агрегат 49 і завантажуються у контейнери 50 для зберігання і транспортування у торгівельну мережу.

Загальна тривалість технологічного процесу виготовлення основних видів хлібобулочних виробів становить 8–10 год.

Контрольні питання до розділу 1

1. Охарактеризуйте основні етапи розвитку хлібопекарської промисловості України.

2. Як реструктуризувалась хлібопекарська галузь промисловості України в ринкових умовах ?

3. Які групи хлібних виробів розпізнають ? За якими ознаками хлібні вироби ділять на групи ?

4. Дайте загальну характеристику хлібних виробів за хімічним складом, харчовою цінністю, показниками якості.

5. Назвіть основні технологічні стадії виготовлення хлібних виробів.

6. Які технологічні операції виконуються при підготовці до виробництва борошна, води, солі та дріжджів ?

7. Які технологічні операції проводяться при приготуванні тіста ?

8. Які технологічні операції проводяться при обробленні тіста ?

9. Які технологічні операції проводяться на етапі після випікання перед відправкою в торгівельну мережу?

Розділ 2

СИРОВИНА ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Сировина, що використовується у хлібопекарському виробництві, поділяється на основну і додаткову.

До основної сировини належить пшеничне і житнє борошно, дріжджі хлібопекарські, сіль кухонна харчова, вода; до додаткової — сировина, що застосовується згідно з рецептурою для надання виробам відповідних органолептичних і фізико-хімічних властивостей: цукор, жир, молоко тощо. Всі види сировини повинні відповідати вимогам стандартів і забезпечувати високу якість готових виробів.

2.1. Борошно

2.1.1. Види і сорти борошна

Вид борошна визначається родом зерна, з якого виготовлене це борошно. Основними видами хлібопекарського борошна є пшеничне і житнє. Пшеничного борошна виробляється більше, ніж житнього. Це пов'язане зі специфікою районування вирощування пшениці та жита, а також обумовлено прийнятними смаковими якостями і високою харчовою цінністю виробів з пшеничного борошна.

Пшеничне борошно. В Україні з пшениці виробляють хлібопекарське борошно вищого, першого, другого сортів і обойне.

Пшеничне сортове борошно виробляють з м'якої пшениці або з доданням не більше 20 % твердої. Обойне борошно виробляють з м'якої пшениці.

Борошно вищого, першого і другого сортів виробляють при дво- і трисортних помелах, а також при односортних помелах. При дво- і трисортних помелах одержують одночасно два або три сорти борошна, тоді як при односортних — один певний сорт. При трисортному помелі зерна із загальним виходом борошна 75 % відбирають борошна вищого сорту 10–30, першого — 50–40, другого — 15–5 %. При двосортному помелі одержують борошна першого сорту 50–60, другого — 25–15 %. При односортному помелі вихід борошна першого сорту — 72, другого — 85, обойного — 96 %. Тип помелу і вихід борошна при помелі зерна обумовлюють сорт і хімічний склад борошна.

Борошно вищого сорту складається з тонкоподрібнених частинок ендосперму, переважно його внутрішніх шарів. Воно майже не містить висівок і має білий колір зі слабким кремовим відтінком. Розмір частинок в основному 30–40 мкм.

Борошно першого сорту складається з тонко подрібнених частинок всього ендосперму і 2–3 % (від маси борошна) подрібнених оболонок і алейронового

шару. Частинки борошна менш однорідні за розміром, ніж у борошні вищого сорту. Крупність їх в основному 40–60 мкм. Колір борошна білий з жовтуватим відтінком порівняно з борошном вищого сорту. Воно містить менше крохмалю і більше білків, тому з цього борошна відмивається більше клейковини, ніж з борошна вищого сорту.

Борошно другого сорту складається з частинок подрібненого ендосперму і 8–10 % (від маси борошна) подрібнених периферійних частин зерна. Частинки борошна неоднорідні за розміром. Крупність їх — від 30 до 200 мкм. Колір борошна білий з жовтуватим або сіруватим відтінком з помітними частинками оболонки зерна. Це борошно темніше, ніж борошно першого сорту, що обумовлено значним вмістом периферійних частинок. Масова частка білків у ньому перевищує їх вміст у борошні першого сорту, але вони утворюють значно менше клейковини.

Обойне борошно одержують при обойному односортовому помелі, подрібнюючи все зерно, тому воно містить як ендосперм, так і периферійні частини зерна. При його виробництві оболонки не відсіюють. Борошно більш крупне, частинки неоднорідні за розміром. Крупність їх від 30 до 600 мкм і більше. Колір борошна — білий з жовтуватим або сіруватим відтінком і добре помітними подрібненими оболонками. За хімічним складом воно близьке до хімічного складу зерна.

Житнє борошно. Із зерна жита виробляють сіяне, обдирне і обойне борошно.

Сіяне борошно формується в основному з ендосперму зерна жита. Масова частка оболонки у ньому складає 2–3 %. Колір борошна — білий з легким сіруватим відтінком. Розмір частинок — до 200 мкм. Вихід його при односортовому помелі — 63 %.

Обдирне борошно складається з ендосперму і 12–15 % периферійних частин. Воно більш крупне, ніж сіяне, дещо темніше. Вихід його при односортовому помелі 87 %.

Обойне борошно виробляють при обойному односортовому помелі. Подрібнюють всі частини зерна. Борошно крупне, сірого кольору, з масовою часткою оболонки 20–25 %. Вихід його 95 %.

Виробляється також обойне житньо-пшеничне борошно із суміші 60 % жита і 40 % пшениці та пшенично-житнє борошно з 70 % пшениці та 30 % жита. Вихід цих сортів 95 і 96 % відповідно.

2.1.2. Вимоги до якості борошна

Якість борошна оцінюють такими показниками: колір, запах, смак, крупність помелу, вологість, зольність (білість), масова частка домішок, зараженість шкідниками хлібних злаків, масова частка клейковини та її якість, число падіння. Колір, крупність помелу, зольність (білість), масова частка клейковини нормуються по кожному сорту борошна.

Показник «білість» введено замість показника «зольність».

Вимоги до якості різних сортів пшеничного і житнього борошна наведені в табл. 2.1: для пшеничного борошна — за ГСТУ 46.004-99, для житнього — за ГОСТ 7045-90, для житньо-пшеничного і пшенично-житнього — за ГОСТ 12183-66.

Таблиця 2.1. Вимоги до якості борошна

Борошно	Крупність борошна*		Зольність (у перерахунку на СР), %, не більше	Білість, од. приладу РЗ-БПЛ	Сира клейко- вина, %, не менше	Число падіння, с, не менше
	залишок на ситі, %, не більше	прохід крізь сито, %				
Пшеничне:						
вищий сорт	43/5	43/95	0,55	54 і більше	24	160
перший сорт	35/2	43/80	0,75	36-53	25	160
другий сорт	27/2	38/65	1,25	12-35	21	160
обойне	067/2	38/35	Не менше, ніж на 0,07 нижче зольності зерна до очищення, але не більше 2,0	—	18	105
Житнє:						
сіяне	27/2	38/90	0,75	—	—	160
обдирне	045/2	38/60	1,45	—	—	150
обойне	067/2	38/30	Не менше, ніж на 0,07 нижче зольності зерна до очищення, але не більше 2,0	—	—	105
Житньо-пшеничне і пшенично-житнє обойне	067/2	38/40			—	—

*У чисельнику наведено номер сита, а у знаменнику — залишок чи прохід крізь сито.

Колір борошна має бути характерним для кожного сорту. Більш темний колір порівняно з еталонем свідчить про більш низький сорт борошна. Причиною потемніння борошна може бути неякісне зерно або процеси, що викликають псування борошна під час зберігання. У лабораторіях колір визначають за показником білості.

Смак доброякісного борошна трохи солодкуватий, без стороннього присмаку. Гіркий присмак може бути наслідком недостатнього очищення зерна від домішок насіння різних трав або згіркнення жирів борошна. Явно солодкий смак свідчить про те, що борошно виготовлене з пророслого зерна; кислий присмак є ознакою несвіжості борошна. Не допускається хрусту на зубах, який вказує на недостатнє очищення зерна.

Запах має бути свіжий, слабо виражений. Не допускається затхлий, а також пліснявий.

Крупність помелу пов'язана з хлібопекарськими властивостями борошна — швидкістю його набухання, водопоглинальною здатністю тощо. Вона є характерною для кожного сорту борошна. Визначається шляхом просіювання борошна на ситах певного розміру. Нормується величиною сходу з верхнього сита (в %, не більше) і проході через нижнє сито (% не менше). Вищі сорти борошна мають дрібніші частинки, ніж більш низькі сорти. Крупні частинки повільно набухають, стримується інтенсивність ферментативних процесів у тісті. Борошно з дуже дрібними частинками утворює тісто з низькими фізичними властивостями, що негативно впливає на якість виробів.

Вологість як житнього, так і пшеничного борошна має бути не більшою за 15 %. Борошно з підвищеною вологістю швидко псується у процесі зберігання,

має нижчу ніж сухе водопоглинальну здатність. Сухе борошно після стиснення його у долоні має розсипатися. Для районів Півночі та важкодоступних районів вологість борошна не повинна перевищувати 14,5 %.

Зольність (білість) характеризує сорт борошна. Величина зольності (білості) залежить від вмісту в борошні периферійних частинок зерна, які є основними носіями мінеральних речовин і обумовлюють затемнення борошна. Борошно низьких сортів містить значну кількість периферійних частинок зерна, тому зольність його вища, а показник білості нижчий, ніж борошна високих сортів.

Масова частка металомангнітних домішок не повинна перевищувати 3 мг на 1000 г борошна. Розмір окремих їх частинок повинен бути не більше 0,3, а маса крупинок руди чи шлаку — не більше 0,4 мг.

Масова частка домішок рослинного походження нормується у підготовленому до помелу зерні. До цих домішок відносять: шкідливу домішку (сажка, ріжки, гірчак, в'язіль та інші); домішку зерен інших культур — жита, ячменю, а також пророслих зерен. Масова частка шкідливої домішки має бути не більше 0,05, у тому числі гірчака або в'язелю (окремо або разом) — не більше 0,04, куколю — не більше 0,1 %. Домішки насіння геліотропу опушеноплідного, триходесми сивої, фузаріозних зерен не допускається. Домішка зерен жита, ячменю і пророслих зерен не повинна перевищувати 5 %, у тому числі пророслих зерен має бути не більше 3 %.

Зараженість борошна шкідниками хлібних запасів не допускається.

Кількість і якість клейковини, що відмивається з пшеничного борошна, є основними показниками його якості. У свій час згідно ГОСТ 26574-85 на борошно хлібопекарське, що діяв на всій території колишнього СРСР, масова частка клейковини мала бути в борошні вищого сорту — 28, I сорту — 30, II сорту — 25 і обойному — 20 %. Проте на заготовельні підприємства України в останні роки у зв'язку з погодними та іншими несприятливими умовами надходила пшениця із масовою часткою клейковини в середньому 20-22,2 %. З такого зерна виготовити борошно у відповідності до вимог ГОСТ 26574-85 практично неможливо. Тому в Україні розроблений галузевий стандарт ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне», який впроваджений з 1999 р. Вимоги до якості борошна, передбачені в ГСТУ, за всіма показниками відповідають тим, які були в ГОСТ 26574-85, за винятком масової частки клейковини. Цей показник встановлено для борошна вищого сорту — 24, I сорту — 25, II сорту — 21 і обойного борошна — 18 %. Цим стандартом передбачено, що у борошні вищого сорту, яке буде використовуватись для виготовлення макаронних виробів, масова частка клейковини має бути не менше 25 %.

Якість клейковини характеризується кольором, розтяжністю, еластичністю, пружністю. За якістю, залежно від цих показників, клейковину поділяють на три групи (табл. 2.2). Борошно, що містить клейковину третьої групи, в хлібопекарському виробництві не повинне використовуватись.

Важливим показником, який не зазначений у нормативно-технічній документації, але має велике значення у хлібопеченні, є кислотність борошна. Вона характеризує сорт і свіжість борошна, впливає на смак і запах хліба.

Кисла реакція борошна обумовлюється кислими фосфатами і вільними жирними кислотами, карбоксильними групами білкових сполук. Органічних кислот (таких, як молочна, оцтова, щавлева тощо) у борошні незначна кількість.

Таблиця 2.2. Показники якості клейковини

Група	Колір	Еластичність	Розтяжність*	Пружність, од. шкали приладів прилад ИДК-1, -1М, -2	
				вищого, першого, обойного	другого
I- клейковина хороша	Світлий або з жовтим відтінком	Хороша	Середня або довга	55-75	55-75
II- клейковина задовільна міцна або задовільна слабка	Світлий або з сірим відтінком	Хороша або задовільна	Коротка	35-50	40-50
III- клейковина незадовільна міцна або незадовільна слабка	Світлий або з сірим відтінком	Задовільна	Середня або довга	80-100	80-100
	Темний	Нееластична або крихка	Коротка	0-30	0-35
	Темний	Нееластична, провисає при розтягуванні	Сильно тягнеться	105 і більше	

*Коротка — до 10 см, середня — 10-20 см, довга — більше 20 см.

Кислі фосфати: K_2PO_4 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, — утворюються внаслідок гідролізу фосфорорганічних сполук, а жирні кислоти — у процесі гідролізу жирів. У борошні високих виходів: пшеничному II сорту і обойному, житньому обдирному і обойному цих сполук міститься більше, ніж у борошні низьких виходів, тому кислотність їх вища.

Кислотність борошна залежить також від тривалості та умов його зберігання. В умовах, що сприяють ферментативному гідролізу полімерів борошна, інтенсифікації окислювальних процесів, кислотність борошна підвищується.

У практиці хлібопечення кислотність борошна характеризується показником — загальною кислотністю, що відображає вміст у ньому кислот і кислороду речовин.

Борошно нормальної якості має нижчезазначені орієнтовні норми кислотності (у градусах):

пшеничне		житнє	
вищого сорту	— 3,0	сіяне	— 4,0
першого сорту	— 3,5	обдирне	— 5,0
другого сорту	— 4,5	обойне	— 5,5
обойне	— 5,0		

Активна кислотність борошна характеризується показником рН і знаходиться у межах 5,8 — 6,3.

2.1.3. Хімічний склад борошна

Хімічний склад борошна знаходиться у прямій залежності від хімічного складу зерна. У той же час хімічний склад зерна залежить від його селекційних особливостей, агротехнічних, кліматичних і ґрунтових умов вирощування. Середній хімічний склад борошна за видами і сортами наведено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3. Середній хімічний склад борошна

Складові	Борошно пшеничне				Борошно житнє		
	вищий сорт	перший сорт	другий сорт	обойне	сіяне	обдирне	обойне
Вода, %	14	14	14	14	14	14	14
Білки, %	10,3	10,6	11,7	12,5	6,9	8,9	10,7
Незамінні амінокислоти, мг/100 г:							
валін	390	510	525	550	410	510	520
ізолейцин	430	530	560	620	260	380	400
лейцин	850	880	840	990	480	580	690
лізин	250	290	330	390	280	300	360
метіонін	100	160	170	180	100	120	150
треонін	270	330	365	390	220	330	340
триптофан	100	120	130	140	100	110	130
фенілаланін	500	580	595	610	410	500	600
Жири, %	0,9	1,3	1,8	1,9	1,1	1,7	2,1
Вуглеводи загальні, %	74,2	73,2	70,8	68,2	76,9	73,0	70,3
Цукри, %	1,6	1,8	2,4	3,6	3,9	4,5	5,6
Крохмаль	67,7	67,1	62,8	55,8	63,6	59,3	55,7
Пентозани	1,8	2,1	2,9	5,6	3,6	5,3	7,3
Клітковина, %	0,15	0,3	0,7	1,9	0,5	1,2	1,8
Зола, %	0,5	0,7	1,1	1,5	0,6	1,2	1,6
Мінеральні речовини, мг/100 г:							
натрій	10	12	18	24	12	17	19
калій	122	176	251	310	200	350	396
кальцій	18	24	32	39	19	34	43
магній	16	44	73	94	25	60	75
фосфор	86	115	184	336	129	189	256
залізо	1,2	2,1	3,3	4,1	2,9	3,5	4,1
Вітаміни, мг/100 г:							
B1	0,17	0,25	0,37	0,41	0,17	0,25	0,42
B2	0,08	0,12	0,14	0,19	0,08	0,13	0,20
PP	1,20	2,20	2,87	4,50	0,99	1,02	1,16
Енергетична цінність, ккал	327	329	328	323	326	328	321

Як свідчать дані таблиці, чим вищий сорт борошна, тим більша в ньому масова частка крохмалю. Масова частка білків, жирів, мінеральних речовин, пентозанів і вітамінів збільшується зі зниженням сорту борошна і найбільше цих сполук міститься в обойному борошні. Це пояснюється тим, що у процесі виготовлення борошна різних сортів до його складу надходять анатомічні частинки зерна у різному співвідношенні.

Вуглеводи. Основну частину борошна становлять полісахариди (крохмаль, клітковина, геміцелюлози, пентозани). У незначній кількості містяться моносахариди (глюкоза, фруктоза, пентози) і олігосахариди (сахароза, мальтоза, рафіноза). Встановлено також наявність мелібіози та глюкофруктозану (левозину). Найважливіші вуглеводи, що містяться у борошні, представлені на рис. 2.1.

Олігосахариди складаються із 2–5 моносахаридів.

Дисахарид сахароза складається із залишків глюкози і фруктози, з'єднаних глюкозидним зв'язком, а дисахарид мальтоза — із залишків глюкози.



Рис. 2.1. Основні вуглеводи борошна

Трисахарид рафіноза ($C_{18}H_{32}O_{16}$) являє собою з'єднання сахарози із залишком галактози. Під дією ферменту β -фруктофуранозидози від рафінози відщеплюється фруктоза, а під дією α -галактозидози рафіноза розщеплюється з утворенням галактози і сахарози.

З точки зору харчової цінності вуглеводи борошна поділяються на такі, що засвоюються організмом (глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза, крохмаль, декстрини) і такі, що не засвоюються (целюлоза, геміцелюлоза, пентозани). Вуглеводи є важливим джерелом енергії. 100 г вуглеводів, що засвоюються, забезпечують 375 ккал тепла або 1570 Дж.

У пшеничному сортовому борошні моно- і олігосахаридів міститься від 0,7 до 1,8 % на сухі речовини. Серед них: глюкози 0,01–0,05; фруктози — 0,015–0,05; мальтози 0,005–0,05; сахарози 0,1–0,55, решта — рафіноза і глюкофруктозан. У борошні з пророслого зерна масова частка мальтози зростає.

Житнє борошно містить значно більше цукрів, ніж пшеничне, а саме — від 4,5 до 6,5 % на сухі речовини, залежно від сорту борошна. До 80 % всіх цукрів житнього борошна приходить на долю сахарози. Оскільки цукри у зернівці концентруються в ендоспермі та зародку, то найбільше їх міститься у борошні низьких помелів.

Глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза борошна служать енергетичним матеріалом для дріжджів під час бродіння тіста.

Пентози борошна не зброджуються дріжджами. В складі пентозанів вони відіграють певну роль у водопоглинальній властивості борошна, беруть участь у реакції меланоїдиноутворення під час випікання хліба.

Крохмаль є основною складовою борошна. У пшеничному борошні масова частка крохмалю становить 56–70, у житньому — 55–65 % залежно від сорту. Оскільки весь крохмаль знаходиться в ендоспермі зерна, сортове борошно містить його більше, ніж обойне. У борошні крохмаль знаходиться у вигляді різних за розміром (від 0,002 до 0,17 мкм) крохмальних зерен сферичної, овальної чи неправильної форми. Поряд з цілими зернами є частина зерен, ушкоджених під час помелу (рис. 2.2).

Крохмальні зерна мають кристалічну листовану структуру, окремі кристали згруповуються у тонкі мікрочастинки.

Крохмаль — неоднорідна речовина, до його складу входять два полісахариди — амілоза і амілопектин. У крохмальних зернах знайдені також високомолеку-

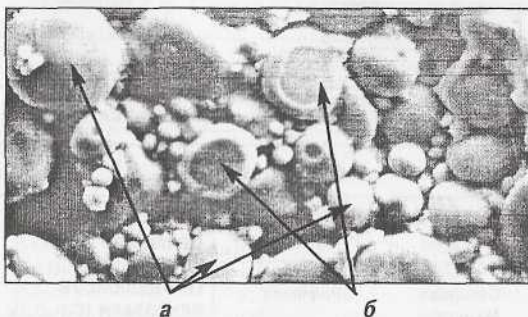
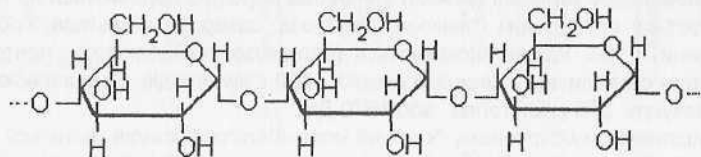


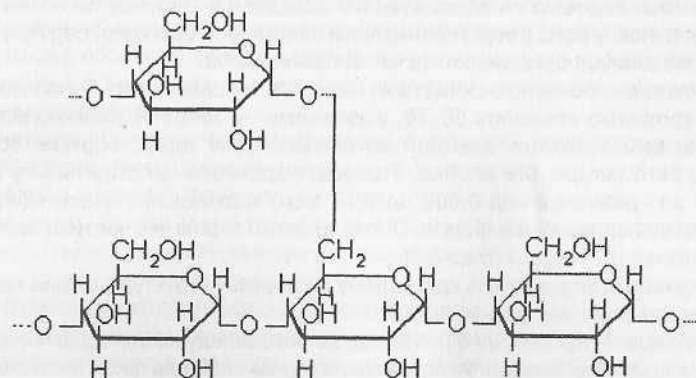
Рис. 2.2 Зерна крохмалю у скануючому мікроскопі: а — цілі, б — ушкоджені

та амілопектин складаються із залишків глюкози ($C_6H_{10}O_5$), але мають різну хімічну будову. Молекула амілози складається з кількох паралельних довгих нерозгалужених спіралеподібних ланцюжків, у яких глюкозні залишки сполучені між собою α -1,4 глюкозидними зв'язками, тобто кисневий місток зв'язує між собою перший і четвертий вуглецеві атоми сусідніх залишків глюкози.



Молекулярна маса амілози може коливатись від 20 тис. до 1 млн. Амілоза розчиняється у теплій воді, утворюючи розчини з невеликою в'язкістю, з йодом дає синє забарвлення. Водопоглинальна здатність амілози м'якої пшениці — 83–84 %.

Молекула амілопектину дуже розгалужена. В основі її структури лежать окремі ланцюжки із залишків глюкози, які в точках розгалуження сполучені між собою α -1,6 глюкозидним зв'язком, тобто кисневим містком між першим вуглецевим атомом крайнього залишку глюкози одного ланцюжка і шостим вуглецевим атомом одного із глюкозних залишків другого ланцюжка.



лярні жирні кислоти (0,6 %) і мінеральні речовини (0,2–0,7 %). Відносна густина крохмалю біля 1,5. Співвідношення амілози і амілопектину в крохмалі становить 1:(3–3,5).

Оболонка крохмального зерна побудована з амілопектину, а в середині зерна знаходиться амілоза. У пшеничному крохмалі міститься в середньому 25 % амілози і 75 % амілопектину. Амілоза

Схема будови молекули амілози і амілопектину показана на рис. 2.3.

α -1,6 глюкозидні зв'язки становлять 6,7 % усіх зв'язків у молекулі амілопектину. Амілопектин складається із 6000–40000 глюкозидних залишків. Його молекулярна маса — від 1 до 10 млн.

Амілопектин у гарячій воді набухає, утворюючи в'язкий клейстер, розчиняється лише під тиском, з йодом дає червоно-фіолетове забарвлення. Сам крохмаль з розчином йоду дає синє забарвлення. Ця властивість використовується при перевірці повноти відмивання його від клейковини. Крохмаль у холодній воді тільки набухає. При цьому він поглинає води 30 % до своєї маси. Внаслідок набухання діаметр зерна крохмалю збільшується на 10 %, а об'єм — приблизно на 30 %. Здатність крохмалю поглинати воду в значній мірі залежить від ступеню механічного ушкодження зерен у процесі помелу. Цілі зерна крохмалю адсорбують 0,3 г води на 1 г, а ушкоджені — 2–3 г і більше.

Порівняно з крохмалем пшеничного борошна крохмаль житнього борошна має значно більшу гідрофілільність. Швидкість зв'язування крохмалем води зростає з підвищенням температури.

При підвищенні температури до 55–70 °С крохмаль швидко набухає, поглинає велику кількість води, крохмальні зерна збільшуються в об'ємі, втрачають форму, утворюється в'язкий клейстер. Пшеничний крохмаль повністю клейстеризується при співвідношенні крохмалю і води 1:10. При недостатній кількості води крохмальні зерна клейстеризуються лише частково, з поверхні зерна. Така клейстеризація крохмалю спостерігається у процесі випікання хліба.

Температура клейстеризації для різних крохмалів різна. За даними різних авторів пшеничний крохмаль клейстеризується при температурі 62–65, житній — 55–57, кукурудзяний — 66–70 °С. На температуру і швидкість клейстеризації крохмалю впливають цукор, сіль, жири та інші інгредієнти. Цукор і сіль затримують набухання крохмалю і підвищують температуру клейстеризації. Жир знижує температуру клейстеризації.

Утворений крохмалем клейстер з часом старіє. Спостерігається явище синерезису. Клейстеризовані крохмальні зерна віддають воду, зменшуються в об'ємі, відбувається процес їх переходу з аморфного стану до початково-кристалічного, тобто ретроградація крохмалю.

Клейстер житнього крохмалю старіє повільніше, ніж пшеничного.

Молекула крохмалю деполімеризується під дією амілаз — α - і β -амілази. Обидва ферменти каталізують тільки розщеплення α -1,4-глюкозидних зв'язків, але в їх дії є суттєва різниця. Під дією α -амілази глюкозидні зв'язки в амілозі та амілопектині крохмалю розриваються без певного порядку. Молекула крохмалю розпадається з утворенням низькомолекулярних декстринів і мальтози. При цьому спостерігається розрідження крохмальних розчинів, зменшення їх в'язкості.

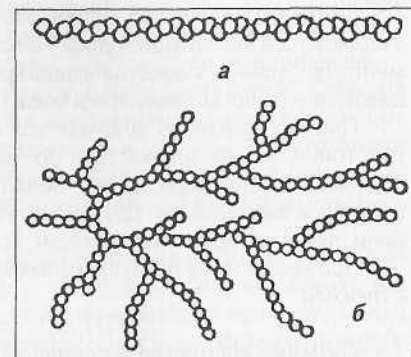
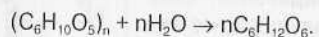


Рис. 2.3. Схема будови молекул: а — амілози; б — амілопектину

β -амілаза послідовно відщеплює мальтозу нередукуючих кінців ланцюжків. Утворюються високомолекулярні декстрини і мальтоза, тобто під дією цих ферментів відбувається декстринізація крохмалю — розщеплення його молекули на декстрини різної молекулярної маси і мальтозу.

Гідроліз крохмалю відбувається ступенево. Спочатку утворюються амілодекстрини, які забарвлюються розчином йоду в фіолетово-синій колір. Потім з'являються еритродекстрини. Вони при взаємодії з розчином йоду дають червоно-буре забарвлення. Ще пізніше утворюються ахродекстрини і мальтодекстрини, які не забарвлюються йодом, і мальтоза.

При кислотному гідролізі крохмалю при певних умовах продуктом гідролізу є глюкоза



Крохмаль відіграє велику роль у технології хліба. Від складу і стану його зерен залежить водопоглинальна здатність тіста. Продукти ферментативного гідролізу крохмалю є джерелом поживних речовин, що забезпечують процес бродіння. Він бере участь у структуроутворенні тіста і хліба.

Здатність крохмалю клейстеризуватися при підвищеній температурі, зв'язуючи при цьому значну кількість води, забезпечує утворення сухої еластичної м'якучки хліба. Здатність крохмалю до ретроградації є основною причиною черствіння хліба.

Клітковина. Клітковина або целюлоза складається із залишків β -D-глюкопіраноз, з'єднаних β -глюкозидним зв'язком, утворює структурну основу оболонок рослинних клітин. Міститься в оболонках зерна і стінках клітин алейронового шару. У зерні пшениці та жита її масова частка складає 1,7...2,5 %. Виходячи з того, що клітковина знаходиться у периферійних частинках зерна, її досить багато у обойному борошні. Так, у пшеничному обойному борошні міститься 1,6–1,9 % клітковини, у житньому обойному — до 2,0, тоді як у борошні вищого сорту біля 0,2, а другого сорту — 0,8 % на СР.

Клітковина не засвоюється організмом людини — у травному тракті людини не виробляються ферменти, що її розщеплюють. У тісті та хлібі вона бере участь у створенні їх структури.

Геміцелюлози — це гетерополісахариди, які нарівні з целюлозою входять до складу клітинних стінок оболонок і ендосперму зернівок. Основною складовою геміцелюлози є пентози. У зерні пшениці та жита міститься від 8 до 10 % геміцелюлоз. Пшеничне і житнє борошно, залежно від сорту, містить різну кількість геміцелюлоз. У висівках сортового помелу їх масова частка складає 40 %.

Геміцелюлози, як і клітковина, не засвоюються організмом людини. Ці полісахариди підсилюють перистальтику кишечника, виводять із організму холестерин, важкі метали та інші шкідливі речовини.

Пентозани — це полісахариди, що складаються в основному з пентоз — ксилози і арабінози. Вони містять також залишки гексоз. Хроматографією препаратів пентозанів встановлено, що в їх молекулі міститься зв'язаний з вуглеводними ланцюжками білок.

Пшеничне борошно містить пентозанів від 2,1 % у вищому сорті до 6,5 % у обойному. В житньому сіяному борошні їх масова частка складає 4,2, а обойному — 8,6 % на сухі речовини борошна.

Пентозани діляться на розчинні та нерозчинні. Розчинні пентозани часто називають слизями або гумі. У пшеничному борошні масова частка водорозчинних пентозанів становить 20–24, а у житньому — біля 40 % від загальної маси пентозанів.

Молекули пентозанів мають високополімерний характер, містять велику кількість гідроксильних груп. Водорозчинні пентозани мають підвищену здатність до гідратації, сильно виражені колоїдні властивості, здатність до гелеутворення.

Біля половини водорозчинних пентозанів є глікопротеїдами. Саме ця фракція водорозчинних пентозанів утворює в'язкі розчини, які під дією окислювачів переходять у щільний гель. Оптимальним для утворення пентозанами драглів є рН 5,0–4,0. Слизі зерна жита швидко набухають у воді й утворюють в'язкі розчини. В'язкість цих розчинів у багато разів вища в'язкості розчину желатину тієї ж концентрації.

У ендоспермі зерна слизів майже у 2 рази менше, ніж у його периферійній частині, але в'язкість слизів ендосперму у 50 разів більша, ніж слизів, що містяться у периферійних частинах зерна. Розчинні пентозани поглинають воду у співвідношенні 1:15, нерозчинні — добре набухають у воді, поглинають воду в кількості, що перевищує їх масу в 10 разів.

Пентозани відіграють значну роль у формуванні структурно-механічних властивостей житнього тіста. Дріжджами вони не зброджуються, організмом людини не засвоюються.

Одним з найбільш розповсюджених пентозанів є арабаноксилан, який міститься у ендоспермі пшениці та жита.

Пектинові речовини — високомолекулярні полісахариди, основним структурним компонентом яких є галактуронова кислота. Вони входять до складу клітинних стінок разом з целюлозою, геміцелюлозою і лігніном. Це нерозчинні пектини (протопектини). Розчинні пектини містяться у клітковинному соку. В борошні масова частка пектинових речовин дуже мала.

Важливою властивістю пектинів є здатність до набухання і комплексоутворення.

Азотисті речовини борошна. Азотисті речовини борошна представлені білками і небілковими речовинами (рис. 2.4). Основну частину азотистих речовин складають білки.



Рис. 2.4. Основний склад азотистих речовин борошна

Білки або протеїни (грецьке *protos* — перший, головний) є високомолекулярними високополімерними органічними сполуками, що складаються із залишків амінокислот, сполучених пептидними зв'язками у точно визначеному порядку. Відомо більше 200 амінокислот, але до складу білків входять лише 20.

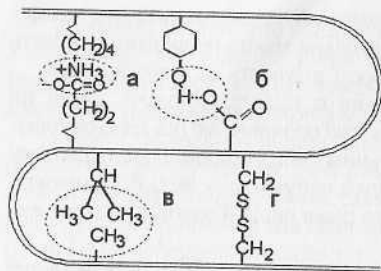
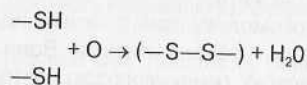


Рис. 2.5. Типи зв'язку в білковій молекулі:
 а — іонний; б — водневий; в — зв'язок гідрофобної взаємодії між неполярними ланцюгами молекули; г — дисульфідний

Дисульфідні містки (—S—S—) утворюються між молекулами цистеїну різних поліпептидних ланцюгів або двома молекулами цистеїну одного ланцюга внаслідок відщеплення атомів водню від сульфгідрильних груп (—SH)



Інші види зв'язку порівняно з ковалентними слабкі, але завдяки своїй багаточисельності вони відіграють важливу роль у будові молекули та її стійкості.

Водневий зв'язок виникає між ковалентно зв'язаним атомом водню, що має позитивний заряд, і від'ємно зарядженими атомами кисню, азоту сусідніх частин молекули або сусідніх молекул і служить «містком» між ними. Енергія водневих зв'язків лежить у межах 1,5–7 ккал/моль, в той час як енергія ковалентних зв'язків складає 50–120 ккал/моль. Енергія зв'язку — це кількість енергії, яку необхідно витратити, щоб забезпечити розрив зв'язків між двома атомами.

Важливе місце посідає іонний зв'язок (сольовий). Цей зв'язок обумовлюється силою електростатичного притягання між протилежно зарядженими іонами. Він міцніший, ніж водневий.

Зв'язок гідрофобної взаємодії виникає лише між неполярними радикалами (залишками) деяких амінокислот тільки у водному середовищі.

Певне значення у будові молекули білку відіграють і дуже слабкі сили міжмолекулярного притягання.

У будові молекули білків розпізнають первинну, вторинну, третинну і четвертинну структуру, що характеризують різні рівні організації білкової молекули, рис. 2.6.

Склад і послідовність розміщення амінокислот у поліпептидному ланцюгу характеризують його первинну структуру. Вона виникає завдяки пептидним зв'язкам між α -карбоксільною й α -аміно- групами.

Вторинна структура білків визначається формою ланцюгів амінокислот. Ланцюги у молекулі глобулярних білків, до яких належать і білки злакових, розміщені у вигляді спіралі, витки якої з'єднані водневими зв'язками. Саме наявність цих зв'язків і обумовлює закрученість поліпептидного ланцюга у спіраль.

Третинна структура характеризує просторову конфігурацію білкової моле-

Молекулярна маса білків коливається від 6000 до 1 млн. і більше. Так, є дані, одержані методом седиментації, що білок пшениці гліадин має молекулярну масу 24–28 тис, а глютенін — 41–56 тис.

Складна молекула білку утворюється завдяки хімічним зв'язкам різної міцності — ковалентним, водневим, іонним, гідрофобної взаємодії, рис. 2.5. Найміцнішими є ковалентні зв'язки. До них відносять пептидні, дисульфідні та складно-ефірні.

Пептидними зв'язками (—CO—NH—) сполучені між собою залишки амінокислот.

кули. Завдяки хімічним зв'язкам, що виникають між окремими активними групами у поліпептидному ланцюгу, він укладається, упаковується певним чином, і білкова молекула набуває специфічної форми.

За формою молекула білків зернових наближається до шару або еліпсоїду.

Четвертинна структура білків утворюється, коли кілька субодиниць, що мають свою специфічну третинну структуру, об'єднуються за допомогою слабких нековалентних зв'язків.

Класифікація білків. За складністю будови білки ділять на протеїни і протеїди.

Протеїни — це прості білки, у процесі гідролізу вони утворюють тільки амінокислоти. Протеїди являють собою сполуку простого білка з якоюсь речовиною небілкової природи, під час гідролізу окрім амінокислот дають інші сполуки (глюкозу, фосфорну кислоту тощо). У зернах злакових містяться в основному прості білки, протеїдів є незначна кількість.

На основі класичної роботи американського вченого Т. Осборна (1907 р.) протеїни розподіляють на чотири групи залежно від розчинності: альбуміни, глобуліни, проламіни, глютеліни.

Альбуміни — прості білки, розчинні у воді, мають відносно невелику молекулярну масу. Представником їх є лейкозин пшениці, жита, ячменю. Це повноцінні білки, вони містять усі незамінні амінокислоти.

Глобуліни — білки, розчинні у слабких розчинах нейтральних солей (3-5% -ний розчин NaCl, KCl тощо), містяться в зерні всіх злакових культур, як і альбуміни, є повноцінними білками.

Масова частка альбумінів і глобулінів у борошні становить 15-20 % загальної маси білків.

Проламіни — білки, розчинні у 60-80%-ному етиловому спирті. До найбільш вивчених білків цієї групи належать гліадини пшениці та жита, гордеїн ячменю, зеїн кукурудзи. З біологічної точки зору вони не досить повноцінні, бо мають незначний вміст лізину, іноді триптофану.

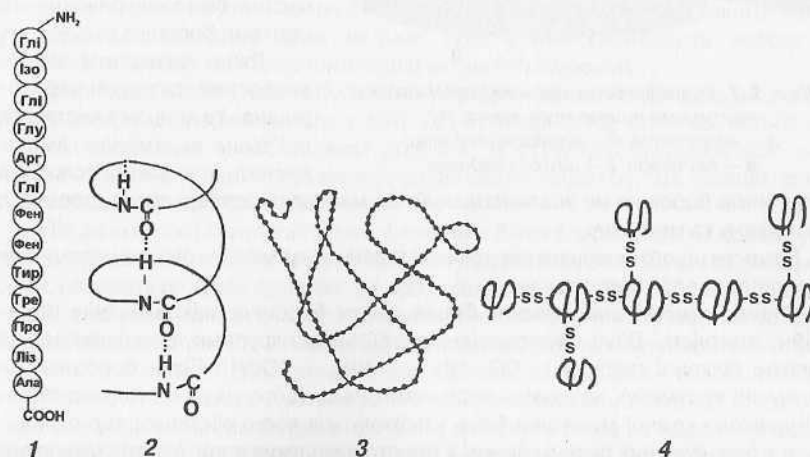


Рис. 2.6. Схема структури молекули білка:
 1 — первинна структура; 2 — вторинна структура; 3 — третинна структура;
 4 — полімеризація шляхом утворення дисульфідних зв'язків

Глютеліни — білки, розчинні у слабких розчинах лугів (0,2–2,0%). До них належать глютенін пшениці та жита. У харчовому відношенні ці білки, як і проламіни, мають низьку біологічну цінність.

Такий розподіл протеїнів на фракції умовний. На цей час відомо, що кожна з цих фракцій є гетерогенною і складається з декількох білків. Протеїни пшениці мають такий середній фракційний склад, у %: альбуміни — 6,2; глобуліни — 12,6; проламіни — 35,6; глютеліни — 28,2; нерозчинна фракція — 8,7.

Із протеїдів борошна найбільше значення мають: ліпопротеїди — сполуки білків з ліпідами; фосфоліпіди — сполуки, у яких білки зв'язані з фосфорною кислотою ефірним зв'язком; глікопротеїди — сполуки білків з вуглеводами та їх похідними; нуклеопротеїди — сполуки білків з нуклеїновими кислотами.

Вміст білків у зерні та борошні. Масова частка білків у пшеничному борошні становить 10,3–12,5 %, житньому — 6,9–10,7 % і залежить від вмісту їх у зерні, з якого воно виготовлене. Масову частку білків у борошні можна встановити, визначивши в ньому масову частку азоту і помноживши її на коефіцієнт 5,67.

Накопичення білків у зерні залежить від таких факторів, як його сорт, склад ґрунтів, кліматичні умови, агротехніка вирощування тощо. Пшениця, що вирощується на півдні, накопичує більше білків, ніж вирощена в північних районах. Білки у зерніві розподілені нерівномірно. Якщо розглядати кожну із частин зерна, то найбільше білків містить зародок, менше їх в алейроновому шарі й найменше в ендоспермі. Розподіл білків між морфологічними частинами зерна, % на СР, показано на рис. 2.7.

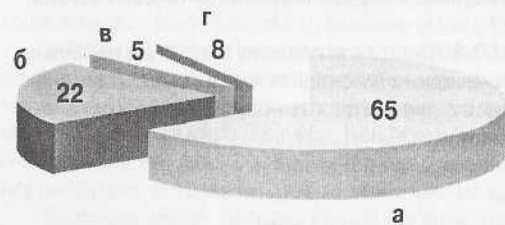


Рис. 2.7. Розподіл білка між морфологічними частинами пшеничного зерна, %:
а — ендосперм; б — алеїроновий шар;
в — перикарп; г — щиток і зародок

У зародку містяться в основному альбуміни, в алеїроновому шарі — глобуліни й альбуміни, в ендоспермі — проламіни і глютеліни. Цим пояснюється різна масова частка білкових речовин за сортами борошна.

Якщо оцінювати амінокислотний склад білків борошна, то у ньому містяться всі вісім незамінних амінокислот, але амінокислотний

склад білків борошна не збалансований за масовою часткою лізину, треоніну, триптофану та метіоніну.

Білки житнього борошна порівняно з пшеничним містять більше незамінних амінокислот і особливо лізину.

Фізико-хімічні властивості білків. Білки борошна мають значну гідраційну здатність. Вона обумовлена гідрофільними групами, розміщеними на поверхні білкової глобули ($-\text{CO}-\text{NH}-$, $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$). Білки борошна, на відміну від крохмалю, зв'язують воду осмотично, тобто міцніше. Під час гідрації навколо кожної молекули білка утворюються водні оболонки, що складаються з орієнтованих певним чином у просторі молекул води. У тісті білки утримують 2–3-кратну кількість води по відношенню до своєї маси. Внаслідок цього молекули білків збільшуються в об'ємі. Деякі білки здатні набухати необмежено і утворювати колоїдні розчини.

Білки пшеничного борошна гліадин і глютенін поглинають воду, набухають, злипаються і утворюють пружну, еластичну масу — сиру клейковину. Її гідраційна здатність, тобто кількість води, поглинутої відносно сухої маси білку, складає 170–250 %. Оптимальна температура для набухання білків — 30 °С. Клейковина, що утворюється у процесі змішування борошна з водою, формує структуру тіста. Вона є важливим фактором хлібопекарських властивостей пшеничного борошна.

Вперше клейковину виділив із пшеничного тіста шляхом відмивання від крохмалю і висівок італійський вчений Бекарі в 1745 році.

У житньому борошні масова частка білків дещо нижча, ніж у пшеничному. Співвідношення гліадину і глютеніну коливається у тих же межах, що у пшеничному борошні, але клейковину вони не утворюють. Цьому перешкоджає наявність у житньому борошні значної кількості пентозанів. За даними Н.П. Козьминої, в разі, коли у борошні масова частка пентозанів становить 2,6 % до маси білків, клейковина не відмивається. Білки житнього борошна швидко набухають у воді. Частина їх здатна набухати необмежено (пептизуватись), переходити у колоїдний розчин, що обумовлює його в'язкість.

Важливою властивістю білків борошна є денатурація. За певних умов змінюється внутрішня будова поліпептидних ланцюгів білків. У їх молекулі розриваються деякі зв'язки, за винятком ковалентних, змінюється вторинна, третинна та четвертинна структура і білки переходять в інший якісний стан, втрачають гідрофільні та набувають гідрофобні властивості. Із розчинних стають нерозчинними, втрачають біологічну активність. При цьому хімічний склад їх залишається незмінним. Білки денатурують внаслідок дії високої температури, ультрафіолетового опроміювання, дії сильних кислот, солей важких металів, деяких інших факторів.

Термічна денатурація характерна для білків зерна під час його сушіння при підвищеному температурному режимі. Більшість білків зерна денатурує при температурі 60–70 °С. У зерні пшениці це явище помітне уже при 50 °С. Внаслідок термічної денатурації білки борошна, виготовленого з такого зерна, утворюють клейковину дуже низької якості, або клейковина зовсім не відміється, знижується ферментативна активність борошна.

Денатурація білків, що відбувається у процесі випікання тістових заготовок, обумовлює перетворення тіста у хліб. Денатурація білків спостерігається й у процесі зберігання виробів: білки старіють, їх структура ущільнюється, знижується здатність до набухання, розчинності, гідролізу. Це явище спостерігається при черствінні хліба.

Під дією кислот і протеолітичних ферментів білки борошна здатні гідролізуватись з утворенням полі- та дипептидів і амінокислот. Ферменти, що гідролізують білки, належать до групи гідролаз. Це протеази, а саме: протеїназа і пептидаза.

Встановлено, що під дією протеїназ білок повністю не розщеплюється, а перетворюється в сполуки, що не осаджуються трихлороцтовою кислотою. Такими сполуками є поліпептиди. Збільшення вмісту амінокислот при цьому майже не спостерігається, тобто розщеплюється зовсім незначна кількість пептидних зв'язків.

Припускається, що під дією протеїназ молекули білків не гідролізуються, а лише дезагрегуються, переходять у більш розчинний стан.

Білки борошна, як й інші білки, є амфотерними сполуками, тобто мають властивості кислоти і лугу. Це є наслідком наявності у складі їх молекули кислотної ($-\text{COOH}$) і лужної ($-\text{NH}_2$) груп. Внаслідок амфотерності вони надають буфер-

них властивостей об'єктам із борошна. Тобто, в цих об'єктах різним значенням титрованої кислотності може відповідати одне й те саме значення рН.

Небілкові азотисті речовини борошна. До небілкових азотистих речовин належать вільні амінокислоти, дипептиди, поліпептиди, альбумози і пептони, що утворюються у процесі гідролітичного розщеплення білкових речовин, а також аміді кислот, солі азотної та азотистої кислот тощо.

У зерні міститься 1–3 % небілкових речовин, вони зосереджені в основному в алейроновому шарі та зародку. Їх масова частка зростає при проростанні, самозігріванні зерна, а також у незрілому зерні. Масова частка небілкових азотистих речовин у борошні залежить від виду і сорту борошна, якості зерна, з якого воно виготовлене. Найбільше їх в обойних сортах борошна.

Небілкові азотисті речовини беруть участь у процесах, що відбуваються при зберіганні борошна та його переробці. Так, потемніння борошна в процесі приготування хліба обумовлюється ферментативним окисленням амінокислоти тирозину. Вони є продуктами живлення для мікрофлори тіста. При випіканні хліба карбонільні групи редуруючих цукрів взаємодіють з амінокислотами, пептидами або білками в реакції меланоїдиноутворення.

Ліпіди борошна (італійське *lipos* — жир). Під цією назвою об'єднана група органічних сполук, нерозчинних у воді, розчинних у неполярних органічних розчинниках, таких як бензин, толуол. В основі будови цих сполук лежать жирні кислоти.

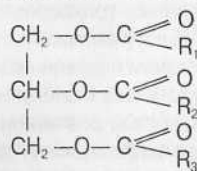
У пшеничному борошні залежно від сорту ліпідів міститься 1,4–2,3, у житньому — 1,6–2,7 %.

Розпізнають прості ліпіди та складні. До простих ліпідів відносяться похідні вищих жирних кислот і спиртів: ацилгліцерини, воски та деякі інші сполуки. На відміну від простих, до складних ліпідів входять ефіри залишків жирних кислот і спиртів із заміщеними групами. Складні ліпіди містять окрім вуглецю, кисню і водню також фосфор, азот, іноді сірку. Це — фосфоліпіди, сульфоліпіди, гліколіпіди.

У борошні частина ліпідів знаходиться у вільному стані, частина зв'язана з білками (ліпопротеїди) і вуглеводами (гліколіпіди). Зв'язані ліпіди складають 30 % усіх ліпідів. Встановлено, що зв'язані з білками ліпіди впливають на структуру і фізичні властивості білкового комплексу тіста. Зв'язані ліпіди — це структурні ліпіди зерна і борошна. Вільні ліпіди — це запасні ліпіди. Найрозповсюдженішою групою простих ліпідів є ацилгліцерини (або гліцериди). Їх називають жирами чи оліями.

Жири. За хімічною природою жири — це в основному суміш складних ефірів триатомного спирту гліцерину і високомолекулярних жирних кислот (триацилгліцеринів), але в незначній кількості присутні також ди- і моноацилгліцерини. Жири становлять 63–65 % всіх ліпідів зерна і борошна. У зерні жири містяться в основному у алейроновому шарі та зародку. Тому борошно високих виходів містить більше жиру, ніж низьких. У пшеничному і житньому борошні різних сортів міститься 0,9–2,1 % жиру.

Молекула жиру побудована таким чином:



де R_1, R_2, R_3 — радикали жирних кислот. Вони можуть бути однакові або різні.

До складу триацилгліцеринів борошна входять насичені жирні кислоти (пальмітинова, стеаринова), а також ненасичені: олеїнова, лінолева і ліноленова. У борошні на долю ненасичених жирних кислот припадає 70–85 %. У зв'язку з цим жир борошна має рідку консистенцію.

Формули основних жирних кислот, що містяться у борошні, такі:

пальмітинова кислота $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$

стеаринова кислота $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{COOH}$

олеїнова кислота $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$

лінолева кислота $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$

ліноленова кислота $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$

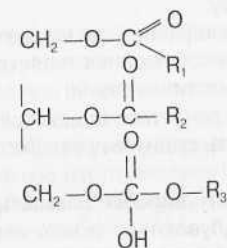
Поліненасичені жирні кислоти, особливо лінолеву, вважають незамінними для організму людини.

Жири розкладаються в результаті ферментативного гідролізу під дією ферменту ліпази на гліцерин і жирні кислоти. Вони здатні до згіркнення (окислення) під дією ферменту ліпоксигенази, світла, повітря і води.

У результаті ферментативного розкладу жирів борошна підвищується його кислотність. За цим показником можна оцінити свіжість борошна.

Воски — являють собою ефіри високомолекулярних одноосновних жирних кислот і одноатомних високомолекулярних спиртів. У борошно потрапляють з уламками зерна, які вони вкривають тонким шаром. Масова частка їх у зерні дуже мала.

Складні ліпіди (ліпоїди). До основних складних ліпідів борошна належать фосфоліпіди (фосфатиди) і гліколіпіди. Фосфатиди є похідними ацилгліцеролів (складних ефірів гліцерину і жирних кислот), у яких одна із жирних кислот заміщена фосфорною кислотою з приєднанням до неї азотистою основою або іншою сполукою.



де R_1, R_2 — залишки жирних кислот; R_3 — залишок азотистої основи або іншої сполуки.

У випадку, коли R_3 є залишком холіну, фосфатид зветься лецитином.

У зерні пшениці та жита міститься 0,3–0,6 % фосфатидів, у зародку пшениці — 1,6 %. Це в основному лецитин. Фосфатиди разом з білками утворюють ліпопротеїдні комплекси. Під дією ферменту триацилгліцерофосфатази — фосфорна кислота. Продукти гідролізу фосфатидів впливають на кислотність борошна.

Фосфоліпіди мають гідрофільні та гідрофобні властивості, тобто вони є поверхнево-активними речовинами, мають властивість емульгаторів. Гідрофільні властивості обумовлені наявністю в їх складі фосфатної групи, а гідрофобні — жирних кислот. Вони є гідрофільними колоїдами, набрякають у воді й завдяки цьому сприятливо впливають на хлібопекарські властивості пшеничного борошна.

на. Основними гліколіпідами борошна є моногалактозилгліцериди і дигалактозилгліцериди.

У зерні та борошні з нього супутниками ліпідів є жиророзчинні речовини. Це пігменти, жиророзчинні вітаміни, стерини та деякі інші речовини.

Стерини з білками утворюють складні комплекси, беруть участь у побудові біологічних мембран. У зерні пшениці стеринів міститься 0,03–0,07 %. Основними стеринами пшениці є β -ситостерини.

Представником стеринів є також ергостерол, з якого під дією УФ-променів утворюється вітамін D.

Пігменти борошна. Борошно містить пігменти, що утворились у зерні під час його вирощування, а також при зберіганні та переробці. Пігментами зерна є каротиноїди, хлорофіл і флавоноїди. У результаті окисно-відновних процесів, що відбуваються при зберіганні та переробленні зерна, утворюються меланіни і меланоїдини.

Жиророзчинні пігменти каротиноїди і хлорофіл за хімічною природою є насиченими вуглеводнями, тому вони легко окислюються і переходять у безбарвні сполуки, борошно внаслідок цього білішає. Колір каротиноїдів борошна — жовтий або оранжевий, хлорофілу — зелений. У борошні містяться такі каротиноїди, як каротин, цеаксантин і криптоксантин, ксантофіл.

Каротини мають провітамінні властивості. В організмі людини вони перетворюються у вітамін A.

Серед каротиноїдів найбільше вивчений каротин $C_{40}H_{56}$. Він існує у трьох модифікаціях (α , β і γ). Найбільшу провітамінну активність має β -каротин. В організмі людини він утворює дві молекули вітаміну A, тоді як інші модифікації каротину — тільки одну. Каротиноїди впливають на якість борошна, вони надають йому приємного кремового кольору.

Флавоноїди мають жовте забарвлення — це пігменти оболонки.

Колір різних сортів борошна обумовлюється кольором пігментів, що містяться в різних морфологічних частинах зерна.

Ліпіди і розчинні в них супутні речовини, що екстрагуються із борошна органічними розчинниками, називають сирим жиром, його приблизний склад показаний на рис. 2.8.

У процесі приготування хлібних виробів змінюється склад і властивості ліпідів. При зберіганні борошна відбуваються фізико-хімічні та біохімічні проце-



Рис. 2.8. Основні компоненти сирого жиру борошна

си, пов'язані з окисненням ліпідів. У тісті вони утворюють комплекси з білками, вуглеводами, іншими компонентами борошна, впливають на реологічні властивості тіста та якість хліба.

Мінеральні речовини борошна. Сполуки, які залишаються в золі борошна після спалювання, називають мінеральними. Загальну їх кількість називають сирою золою. У складі золи мінеральні речовини знаходяться у вигляді нелетких оксидів: P_2O_5 , K_2O , CaO , MgO . Чим вищий сорт борошна, тим менше в ньому міститься мінеральних речовин. Масова частка золи є показником сорту і виходу борошна. За зольністю можна судити про вміст периферійних часток зерна у борошні.

Основну масу мінеральних речовин становлять макроелементи. Це — кальцій, фосфор, натрій, калій, магній, сірка, хлор. У загальній кількості мінеральних речовин борошна макроелементи складають 99,9 %. Макроелементи об'єднують елементи, масова частка яких складає від десятків до сотих долі процента. Більша частина їх — це сполуки фосфору (50 %), калію (30 %), магнію і кальцію (15 %).

У борошні кальцій знаходиться у вигляді сполук фосфорно- і щавлевокислих солей, сполук з білками, жирними кислотами тощо. Кальцій каталізує активність ферменту α -амілази.

Фосфор міститься у вигляді фосфатидів і різних органічних сполук. Найбільша частина фосфору борошна представлена фосфором фітину. Фітин — це калій-кальцій-магнієва сіль інозитрофосфорної кислоти. Він міститься у алейроновому шарі зерна і оболонках, у ендоспермі його майже немає. У обоєному борошні фосфор фітину складає (% на СР) 1,1–1,3, борошні II сорту — 0,02–0,05. У житньому борошні фітинового фосфору набагато більше, ніж у пшеничному.

Під дією ферменту фітази від інозитфосфорної кислоти відщеплюються залишки фосфорної кислоти, яка активно впливає на величину кислотності борошна. Фітаза також розщеплює фітинову кислоту і цим самим поліпшує засвоєння організмом людини кальцію, що міститься у борошні.

З точки зору гігієни харчування у борошні співвідношення кальцію і фосфору, а також кальцію і магнію неоптимальне і складає 1:2,5 і 1:1,7, тоді як оптимальне 1:1,5 і 1:0,6 відповідно. Надмірний вміст фосфору затримує засвоєння кальцію.

Поряд з макроелементами у борошні є елементи, масова частка яких становить тисячні та сотисячні частки процента від його маси (10^{-3} – 10^{-5}). Це мікроелементи: залізо, йод, мідь, фтор, цинк, кобальт, марганець, молібден та інші. Основна роль макро- і мікроелементів полягає у підвищенні активності ферментів, що каталізують біохімічні процеси, у тому числі у дріжджовій клітині під час бродіння. У харчуванні людини борошно є важливим джерелом надходження мінеральних елементів, таких як: фосфор, кальцій, калій, магній, залізо.

Масова частка окремих мікроелементів підлягає гігієнічному контролю і обмежується стандартами на борошно. Міді має бути не більше 10; свинцю — 0,5; кадмію — 0,1; миш'яку — 0,2; ртуті — 0,02; цинку — 50,0 мг/кг.

Вітаміни борошна. Вітаміни є низькомолекулярними біологічно активними сполуками органічної природи, які у малих дозах необхідні для життєвих процесів. Вони відіграють важливу роль як у життєдіяльності людини, так і в життєвих процесах мікроорганізмів, рослин.

Вітаміни не є матеріалом для біосинтезу або джерелом енергії, вони відіграють роль біологічних каталізаторів хімічних реакцій у живому організмі. Найбільш вивчені вітаміни ділять на водорозчинні — С, РР, В₁, В₂, В₃, В₆, В₉, В₁₂, біотин (Н), холін і жиророзчинні — А, D, Е, К.

У борошні містяться у різній кількості 8 водорозчинних вітамінів: тіамін (В₁), рибофлавін (В₂), ніацин (РР), піридоксин (В₆), біотин (Н), аскорбінова кислота (С), пантотенова кислота (В₃), інозит. Найбільша частка від загальної кількості вітамінів борошна належить вітамінам В₁, В₂ і РР.

Оскільки вітаміни концентруються в зародку і алейроновому шарі, вміст їх у борошні тим вищий, чим більший вихід борошна.

У борошні здебільшого низьких сортів міститься також дуже незначна кількість жиророзчинних вітамінів. Це провітаміни А — α , β і γ -каротини; похідні стеринів — вітаміни групи D, які в організмі регулюють обмін кальцію і фосфору; вітаміни групи Е або токофероли. На токофероли багатий зародок зерна, вони є сильними антиоксидантами. Вміст їх в обойному борошні забезпечує більш тривалий термін зберігання цього борошна порівняно з сортовим.

Ферменти борошна. Ферменти (від латинського *ferveo* — броджу) — органічні каталізатори біохімічних процесів. Біохімічні процеси, що протікають у борошні при його зберіганні, під час приготування тіста, при випіканні хліба, відбуваються за участю ферментів борошна і дріжджів.

Для ферментів характерна строго специфічна дія на певний субстрат, тобто певний вид сировини (сполуки певного складу і певної структури).

Активність дії ферментів залежить від умов реакції та перш за все від концентрації субстрату, температури і рН середовища. При температурі та рН вищих або нижчих за оптимальні активність ферментів знижується. Дія ферментів повністю припиняється при температурі, близькій до 0, а також при температурі денатурації білків.

Активність ферментів залежить також від присутності специфічних активаторів і неспецифічних або специфічних інгібіторів. Вона підвищується в присутності іонів Na, K, Ca, Mg, Fe, речовин з групою —SH та ін.

Інгібіторами ферментів є танін, солі важких металів, трихлороцтова кислота.

За здатністю діяти у клітині або поза нею ферменти діляться на ендoferменти (внутріклітинні) і екзоферменти (такі, що виділяються клітиною за її межі).

За дією з 1961 року Міжнародною номенклатурою усі ферменти поділені на шість класів. В основу класифікації ферментів покладено тип реакції, яку вони каталізують.

Оксиредуктази — ферменти, що каталізують біологічні окисно-відновні реакції, наприклад процес бродіння. До цього класу належать глюкооксидаза, ліпоксигеназа, каталаза, тирозиназа.

Трансферази або ферменти переносу. Ці ферменти каталізують реакції, при яких певні хімічні угруповання відщеплюються від однієї сполуки і переносяться до іншої, утворюючи нову сполуку.

Гідролази — ферменти, що каталізують реакції розщеплення речовин з приєднанням води. Поряд з іншими, до цього класу відносяться і ферменти, що гідролізують вуглеводи, білки, жири борошна.

Це амілази, β -фруктофуранозідаза (сахараза, інвертаза), α -глюкозидназа (мальтаза), протеази, ліпаза та інші.

Ліази — ферменти, що каталізують реакції розриву хімічних зв'язків між атомами вуглецю, вуглецю і кисню, вуглецю і азоту. До ліаз відносяться карбоксила-

за, альдолаза тощо. У тісті піруватдекарбоксілаза відщеплює диоксид вуглецю від пірвіноградної кислоти, що утворюється як проміжний продукт при анаеробному бродінні.

Ізомерази — ферменти, що каталізують реакції перетворення органічних сполук з одного ізомеру в інший.

Лігази або синтетази — ферменти, що каталізують реакції синтезу.

Ферменти складають мізерну частку від маси борошна. Тому їх кількість не виражається в процентах. Їх присутність виявляється по наявності перетворень речовин, що каталізуються ферментами.

Масова частка ферментів у борошні обумовлюється масовою часткою їх у зерні. Ферментативна активність зерна залежить від умов його вирощування, зберігання, режимів переробки. Підвищена активність ферментів у зерні, а значить і в борошні з цього зерна, спостерігається, якщо зерно не дозріло, проросло, було ушкоджене клопом-черепашкою або приморожене.

Активність ферментів зерна значно знижується при жорстких режимах його сушіння. Оскільки у зерні ферменти зосереджені здебільшого в зародку і алейроновому шарі, сортове борошно містить менше ферментів, ніж обойне. Під час зберігання борошна ферментативні процеси у ньому протікають досить мляво. Тільки при підвищенні вологості борошна більше 14,5% вони децю активізуються.

У процесі змішування борошна з водою ферментативні реакції швидко активізуються. У технології хлібних виробів особливо важливу роль відіграють гідролітичні та окисно-відновні ферменти борошна.

В ході технологічного процесу під дією гідролаз високополімерні сполуки борошна розкладаються на більш прості речовини, накопичуються водорозчинні сполуки, формуються певні реологічні властивості тіста.

Речовини, що утворюються в результаті дії ферментів, особливо декстрини, цукри, відіграють важливу роль у формуванні структури хліба, його запаху і смаку.

Активність дії гідролітичних ферментів борошна обумовлює накопичення в тісті та хлібі певної кількості водорозчинних речовин і характеризується терміном — автолітична активність борошна. Якщо борошно має підвищену або низьку автолітичну активність, хліб може мати різні дефекти.

Амілази борошна. Амілази каталізують гідроліз крохмалю борошна. Розпізнають три амілази: α -амілазу, β -амілазу і глюкоамілазу. Остання міститься в хлібопекарських дріжджах. Вважається, що α -амілаза є лише у пшеничному борошні, виготовленому з пророслого зерна. Житнє борошно, як із пророслого, так і з нормальної якості зерна, містить у значній кількості активну α -амілазу.

β -амілаза знайдена у пророслих зернах хлібних злаків і в зернах нормальної якості. Вона міститься у всіх сортах пшеничного і житнього борошна.

У борошні α і β -амілази знаходяться у зв'язаному з білками стані й під час протеолізу відщеплюються.

Ферментативний гідроліз крохмалю під дією α - і β -амілаз відбувається внаслідок розриву глюкозидних зв'язків амілози та амілопектину і приєднання по місцю їх розриву молекули води.

Як α -амілаза, так і β -амілаза каталізують лише розщеплення α -1,4-глюкозидних зв'язків і не можуть гідролізувати α -1,6-глюкозидних зв'язки. Проте вони відрізняються між собою за характером дії на амілозу і амілопектин та оптимальними параметрами активності. Для α -амілази характерне неупорядковане розщеплення амілози і амілопектину, тоді як для β -амілази — ступеневе, рис. 2.9.



Рис. 2.9. Схема дії α-амілази на амілозу і амілопектин: неупорядковане розщеплення α-амілазою амілози (1); амілопектину (2); ступеневе розщеплення β-амілазою амілози (3); амілопектину (4)

глюкозидними зв'язками, які в подальшому α-амілазою не розщеплюються до мальтози. Це обумовлено тим, що фермент не діє на α-1,6 глюкозидні зв'язки у місцях розгалуження макромолекул амілопектину. Тому в результаті дії α-амілази на амілозу і амілопектин утворюються низькомолекулярні декстрини, мальтоза, невелика кількість мальтотріози і глюкози.

β-амілаза послідовно відщеплює від амілози і амілопектину ланки мальтози. Лінійна макромолекула амілози β-амілазою повністю гідролізується до мальтози. Але якщо у ланцюгу, що атакується β-амілазою, число глюкозних залишків непарне, останні три одиниці залишаються нерозщепленими у вигляді мальтотріози.

В амілопектині β-амілаза розщеплює лише верхівки розгалужених ланцюгів. Дія ферменту припиняється на відстані одного елементарного глюкозного залишку до розгалуження. В результаті гідролізу залишається високомолекулярний декстрин. β-амілаза розщеплює амілопектин з утворенням мальтози лише на 54%. Утворені високомолекулярні декстрини (α-амілодекстрини) піддаються подальшому гідролізу α-амілазою і розпадаються на низькомолекулярні декстрини, на які знову починає діяти β-амілаза. Навіть при сумісній дії α і β-амілаз при гідролізі амілопектину залишаються декстрини з 5–8 глюкозними залишками, в яких зосереджені α-1,6 глюкозидні зв'язки. При одночасній дії обох амілаз крохмаль гідролізується на 95%.

Оптимальні умови дії у α і β-амілаз різні. β-амілаза найактивніша при рН середовища 4,5–4,8 і температурі 49–54 °С. При температурі 70 °С вона інактивується. Для α-амілази оптимальним рН середовища є 5,6–6,3, а температура 58–65 °С. Інактивується α-амілаза при температурі випікання 80–85 °С. Проте є дані, що інактивація α-амілази відбувається при температурі 95 °С. Порівняно з β-амілазою α-амілаза більш термолабільна, але чутлива до зниження рН середовища. При рН 3,3–4,0 α-амілаза інактивується. При зниженні рН знижується температурний оптимум і температура інактивації амілаз. Залежно від кислотності середовища температура інактивації коливається для β-амілази в межах 60–84, α-амілази — 70–95 °С.

Нативний крохмаль борошна гідролізується ферментами повільно. Найлегше гідролізуються амілазами ушкоджені зерна крохмалю і клейстеризований крохмаль. Швидкість ферментативного гідролізу крохмалю амілазами можна характеризувати загальною кількістю редуруючих вуглеводів (у перерахунок на мальтозу), що накопичилися у продукті за час гідролізу.

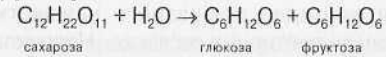
При дії α-амілази на амілозу її макромолекула спочатку розпадається на декстрини середнього розміру зі ступенем полімеризації 6–10 (α-декстрин), які в подальшому розщеплюються на низькомолекулярні декстрини і мальтозу. При дії α-амілази на амілозу може відбутися також відрив одного, двох або трьох глюкозних залишків. Таким чином, α-амілаза здатна повністю перетворити амілозу в мальтозу, мальтотріозу і невелику кількість глюкози.

При дії α-амілази на амілопектин крохмалю утворюється мальтоза і низькомолекулярні декстрини з 5–8

Амілази відіграють значну роль у технології приготування хліба. У процесі переробки пшеничного борошна з пророслого зерна β-амілаза забезпечує в тісті накопичення мальтози, необхідної для життєдіяльності мікрофлори тіста, а також реакції меланоїдіноутворення під час випікання хліба.

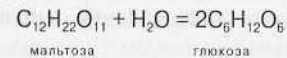
При переробці борошна з пророслого зерна наявність α-амілази, оптимальна активність якої лежить у межах 58–65 °С, може привести під час випікання до накопичення у м'якушці хліба низькомолекулярних декстринів, що обумовлюють її липкість. Оптимальні умови дії цих ферментів лежать в основі заходів і методів регулювання технологічного процесу при переробці борошна з пророслого, враженого клопом-черепашкою або з іншими дефектами зерна.

β-фруктофуранозидаза (сахараза, інвертаза) каталізує сахарозу на глюкозу і фруктозу:



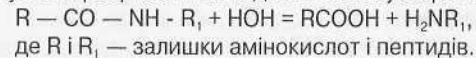
Цей фермент каталізує також розщеплення рафінози на фруктозу і дисахарид мелібіозу.

α-глюкозидаза (мальтаза) каталізує гідроліз мальтози на дві молекули глюкози:



Целюлази і геміцелюлази каталізують відповідно гідроліз целюлози та геміцелюлози, пентозаназа — пентозанів.

Протеолітичні ферменти. Під дією протеолітичних ферментів протеаз (протеїназ і пептидаз) відбувається гідролітичне розщеплення білків. Воно характеризується розривом пептидного зв'язку за рівнянням:



Ферментативне розщеплення білків можна зобразити такою схемою:

Білки → Альбумози → Пептони, Поліпептиди → Пептиди і амінокислоти

Із зерна пшениці виділені кислі протеїнази з оптимумом рН 3,7–4,0; нейтральні протеїнази з оптимумом рН 6,5–7,0; лужні протеїнази з оптимумом рН > 8,0.

Кислі протеїнази — це ферменти типу папаїну (виділений з плодів динного дерева — *Carica papaya*). Вони активуються сульфгідрильними сполуками — відновленим глутатіоном, цистеїном. Інгібіторами їх є окисники.

Нейтральні протеїнази до цієї групи не відносяться. Їх інгібіторами є хлорид натрію, фенольні сполуки, ароматичні амінокислоти. Кухонна сіль у кількості, що міститься в рецептурі хлібних виробів, здатна знизити активність нейтральних протеїназ на 60–70%. Нейтральні протеїнази мають вищу активність, ніж кислі.

Вважається, що оптимальними умовами для дії комплексу протеїназ пшеничного борошна є: рН — 4,0–5,5 і температура 45–47 °С. Очевидно, що в умовах тіста певну роль відіграють як кислі, так і нейтральні протеїнази.

У пшеничному тісті протеїнази борошна проявляють слабку дію і обумовлюють тільки частковий протеоліз білків без значного накопичення водорозчинних речовин. Ефективність їх дії значно залежить від податливості білків. Початковим ефектом дії протеїназ є дезагрегація білку, порушення його четвертинної та третинної структури.

Значно більшу активність мають протеїнази борошна із пророслого зерна. Дуже висока активність у протеїназ борошна із зерна, ураженого клопом-чере-

пашкою, слина якого містить сильні протеолітичні ферменти. При приготуванні тіста з такого борошна воно сильно розріджується.

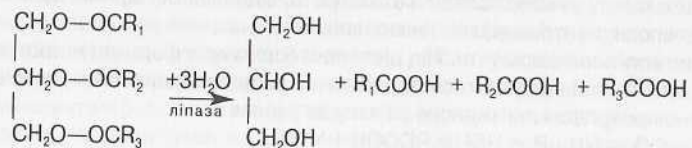
Зменшенню активності протеолітичних ферментів сприяє зниження температури тіста, більш низьке значення рН субстрату, внесення окисників, які роблять білки менш податливими до протеолізу, внесення солі в опару.

Оскільки оптимальна температура дії протеїнази 45-47 °С, у перший період випічки спостерігається найбільш сильне розщеплення білків, в тісті, що випікається, накопичуються пептони, поліпептози, амінокислоти.

Довгий час вважалося, що протеїнази розщеплюють білки, а утворені при цьому поліпептиди розщеплюються пептидазами до амінокислот. Пізніше виявилось, що протеїнази здатні розщеплювати поліпептидні зв'язки не лише в білках, а й в різних поліпептидах.

Пептидази строго специфічні. Дія пептидаз пов'язана з наявністю і розміщенням певних хімічних угруповань у пептидних зв'язках. Наприклад, амінопептидази розщеплюють у пептидах зв'язок біля α -аміноної групи, дипептидази розщеплюють дипептиди до амінокислот, розщеплюючи зв'язки, біля яких містяться як вільна група COOH , так і NH_2 ; карбоксипептидази — біля карбоксильної групи.

Триацетилгліцерол-ліпаза. Ліпази каталізують розщеплення жирів з приєднанням води і утворенням жирних кислот.



де R_1 , R_2 і R_3 — радикали високомолекулярних жирних кислот: пальмітинової, олеїнової, стеаринової.

Фермент може гідролізувати жир з відщепленням однієї, двох або трьох молекул жирної кислоти. Рослинні ліпази відщеплюють спочатку один, потім другий і далі третій кислотні залишки. У борошні ліпаза проявляє свою дію під час його зберігання. Активність ліпази вища у борошні більш високого виходу порівняно з її активністю у борошні низьких виходів. Ліпаза зернових належить до розчинних ферментів. Оптимум її дії при рН 8. Вільні жирні кислоти, що утворюються в результаті дії ліпази, підвищують кислотність борошна. При подальших перетвореннях можуть обумовлювати погіршення якості борошна.

Ліпоксигеназа. Ліпоксигеназа є окисно-відновним ферментом борошна. Вона міститься як у зернах жита, так і в зернах пшениці. Ліпоксигеназа каталізує окислення киснем повітря ненасичених жирних кислот. Фермент діє специфічно і приєднує молекулу O_2 до подвійних зв'язків у ненасичених жирних кислот, що мають два подвійних зв'язки, розділені однією CH_2 -групою. Таким умовам відповідають лише три природні кислоти — лінолева, ліноленова і арахідонова. При цьому утворюються гідропероксиди. Гідропероксиди є дуже сильними окислювачами і справляють окислювальну дію на білково-протеїназний комплекс борошна, покращують його якість. Оптимальними для дії ліпоксигенази є температура 30-40 °С і рН середовища 5-5,5.

Поліфенолоксидаза (тирозиназа). Тирозиназа каталізує окислення амінокислоти тирозину. В результаті цієї реакції утворюються темнозабарвлені речо-

вини — меланіни, які обумовлюють потемніння м'якушки хліба із сортового борошна. Цей фермент міститься здебільшого в борошні високих виходів.

Температурний оптимум дії ферменту 40-50 °С, кислотний — рН 7-7,5. При рН 5,5 тирозиназа втрачає активність. Цей фактор використовують при переробленні борошна, що містить вільний тирозин, для запобігання окислення його тирозиназою, підвищуючи кислотність тіста.

У пшеничному борошні міститься аскорбатоксидаза — фермент, що каталізує окислення аскорбінової кислоти, яка має відновлювальні функції в дегідроаскорбінову кислоту, яка є окислювальним агентом.

2.2. Вода

У хлібопекарському виробництві використовують питну воду міських водопроводів або артезіанських свердловин, яка відповідає вимогам стандарту на питну воду. За вимогами стандарту вода повинна бути прозорою, безкольоровою, без сторонніх присмаків і запахів, не містити шкідливих домішок і патогенних мікроорганізмів. рН води — 6,5-9.

Санітарна придатність води для харчових цілей характеризується ступенем обміненія її мікроорганізмами, зокрема кишковою паличкою. Стандартом передбачено, що кількість бактерій при посіві 1 мл води, яка визначається кількістю колоній після 24-годинного вирощування при температурі 37 °С, повинна бути не більше 100; кількість кишкових паличок в 1 л води (колі-індекс) — не більше 3; кількість мілілітрів води, на яку припадає одна кишкова паличка (колі-титр), — не менше 300.

Масова частка продуктів розпаду органічних сполук має бути мінімальною. Здатність води до окислення повинна становити не більше 3 мг O_2 або 0,759 мг KMnO_4 на 1 л. Загальний вміст розчинних у воді речовин (сухий залишок) не повинен перевищувати 1000 мг/1 л.

Вода містить залізо, магній, марганець, мідь, сульфати, хлориди, карбонати, які впливають на її смакові якості. Солі кальцію і магнію обумовлюють жорсткість води. Одиницею жорсткості є моль на кубічний метр. Загальна жорсткість питної води має бути не більше 7 моль/м³. За дозволом санепідстанції допускається жорсткість води 10 моль/м³. Величині жорсткості води 1 моль/м³ відповідає масова концентрація еквівалентів іонів кальцію 20,04 г/м³, іонів магнію — 12,153 г/м³, тобто числове значення жорсткості виражене у моль/м³, рівне числовому значенню, вираженому в мг.екв/л.

Вважається, що солі, які містяться у воді, укріплюють клейковину і покращують формостійкість виробів, але надмірно жорстка вода має неприємний смак і не може використовуватись у хлібопекарському виробництві.

Для приготування тіста на 100 кг борошна витрачається від 35 до 70 л питної води, залежно від виду виробів.

Вода є важливим технологічним компонентом біохімічних і колоїдних процесів у тісті. Завдяки полярності молекули води, вона проявляє активність у фізико-хімічних реакціях, що відбуваються у технологічному процесі. У молекулі води несиметрично розміщені атом кисню, який несе два слабкі від'ємні заряди, і два атоми водню, кожен з яких має по одному невеликому позитивному заряду.

Завдяки такій будові молекули води у колоїдних системах утворюються водневі зв'язки, через які молекула води зв'язується з зарядженими групами інших

сполук (білків, пентозанів, декстринів). При цьому вода стає структурною частиною речовини-акцептора. Так, у молекулі білку вода здебільшого зв'язана з атомами кисню або азоту. У білку кожен атом кисню або група NH утримують дві молекули води, група OH або NH₂ — три, карбоксильна група COOH — чотири молекули води.

Вода є середовищем, що забезпечує активність гідролітичних ферментативних процесів у виробництві хліба.

2.3. Сіль

Сіль входить до рецептури хлібобулочних виробів у кількості 1,0–2,5 % до маси борошна.

Залежно від походження, розпізнають сіль кам'яну (добувають шахтним способом із надр землі), самосадну (залегає на дні солених озер), садочну (добувають із природних або штучних солених озер випаровуванням або виморожуванням), виварну (одержують шляхом прокачування води через підземні залежі солі з наступним випаровуванням одержаної ропи). Це найчистіша сіль.

Найпоширенішим видом солі є самосадна. Сіль кухонну харчову виробляють чотирьох сортів: екстра, вищий, перший і другий. Сорти відрізняються вмістом домішок (від 0,03 до 0,85 % на СР). Вміст хлориду натрію залежно від сорту солі має бути не менше: екстра — 99,7; вищий — 98,4; перший — 97,7; другий — 97 %. Сіль має бути без запаху і не містити домішок, помітних оком.

Смак 5 % розчину — солоний, без сторонніх присмаків, реакція — нейтральна.

За способом обробки сіль поділяють на дрібнокристалеву (виварочну), молоту різної крупності (помел 0; 1; 2; 3) і не молоту.

У хлібопекарському виробництві застосовують в основному молоту сіль I і II сортів помелів 1, 2 або 3. Розмір частинок солі визначається номером помелу. Сіль I сорту має містити не більше 0,45, а II сорту — 0,85 % нерозчинних сполук.

Для профілактичних цілей виробляють йодовану сіль. Для її одержання до дрібнокристалєвої солі додають йодид калію (KJ) — 25 г або йодат калію (KJO₃) — 40 г на 1 т солі. Вміст йоду в йодованій солі становить 1,91 мг на 100 кг. Термін зберігання йодованої солі — 6 місяців, після чого вона реалізується як нейодована кухонна сіль.

Виготовляється також сіль з добавкою фтору (фторована сіль), йоду і фтору (йодовано-фторована сіль).

Сіль добре розчиняється у воді. З підвищенням температури розчинність солі практично не міняється. Насичений розчин солі містить 26–28 % солі.

Сіль додають у тісто для смаку, окрім того сіль покращує його структурно-механічні властивості. Вона дещо знижує активність протеолітичних ферментів, зменшує липкість тіста, під її дією укріплюється клейковина. Сіль пригнічує життєдіяльність дріжджових клітин і молочнокислих бактерій. Тому при додаванні солі уповільнюються процеси спиртового і молочнокислого бродіння. Недосолене тісто має слабку консистенцію, пересолене — надмірно туге, не розпушене.

Сіль застосовують також для консервування напівфабрикатів при технологічній необхідності. При внесенні солі в рідкі напівфабрикати знижується їх в'язкість, зменшується піноутворення. Сіль підвищує температуру клейстеризації крохмалю.

2.4. Хлібопекарські дріжджі та хімічні розпушувачі

У хлібопекарському виробництві використовують хлібопекарські дріжджі пресовані, сушені та дріжджове молоко.

Дріжджі є одноклітинними мікроорганізмами, що розмножуються брунькуванням, належать до класу грибів. У виробництві хлібопекарських дріжджів використовують дріжджі виду *Saccharomyces cerevisiae*. Ці дріжджі називають сахароміцетами. Клітини сахароміцетів мають круглу або овальну форму розміром від 5 до 14 мкм. Ці дріжджі зброджують і засвоюють глюкозу, галактозу, фруктозу, сахарозу, рафінозу і мальтозу, не зброджують лактозу і високомолекулярні декстрини. 1 г пресованих дріжджів містить біля 15 млрд. дріжджових клітин.

Свіжі пресовані дріжджі містять біля 75 % вологи (на 75–80 % це вода протоплазми клітин і лише на 20–25 % — міжклітинна вода) і 25 % сухих речовин. В середньому у сухих речовинах хлібопекарських дріжджів міститься, %: білків — 50, вуглеводів — 40,8, жирів — 1,6, золи — 7,6.

Азотисті речовини дріжджів представлені в основному білками, нуклеїновими сполуками, амідами, пептонами, амінокислотами.

Білки дріжджів багатші на лізин, лейцин, треонін, ніж білки борошна. Вони мають більш оптимальне співвідношення замісних і незамінних амінокислот (1:0,8), тоді як у білках пшеничного борошна (1:0,43).

Хлібопекарські дріжджі містять трипептид глютаїон, який складається із залишків амінокислоти цистеїну, глютамінової кислоти і гліцину. Глютаїон містить у своєму складі групу —SH, знаходиться у дріжджах як в окисленій, так і відновленій формах. Наявність залишків цистеїну у відновленій формі надає глютаїону властивостей відновника. Сульфгідрильні групи цистеїну активують протеази і впливають на щільність білкових молекул борошна, погіршуючи фізичні властивості тіста. Особливо багато глютаїону містять сухі дріжджі. Кількість відновленого глютаїону збільшується в разі зберігання пресованих дріжджів при підвищеній температурі, при надмірно тривалому їх зберіганні.

До складу вуглеводів дріжджів входять (у % на СР): трегалоза — 8,6; глікоген — 13,3; манан — 15,2; глюкан — 7.

Вуглеводи дріжджових клітин глікоген і трегалоза є запасними речовинами, від їх вмісту в значній мірі залежить здатність дріжджів до зберігання.

У складі жирів дріжджів є ліпіди, які містять насичені жирні кислоти — пальмітинову (75 %) та стеаринову (25 %), і фосфоліпіди: лецитин, ергостерин. Останній є провітаміном D.

Основною складовою мінеральних речовин дріжджів є фосфор і калій. У золі дріжджів масова частка P₂O₅ складає майже 50 %, K₂O — 30 %. Дріжджі також багаті на сірку та магній.

У складі дріжджової клітини містяться вітаміни групи B, PP, а також біотин, інозит та інші. Вони відіграють важливу роль у ферментативних процесах, власних дріжджовим клітинам.

Дріжджова клітина містить комплекс ферментів, які обумовлюють всі функції життєдіяльності, в тому числі розмноження і бродіння. Ендогенні ферменти дріжджової клітини проявляють свою діяльність усередині клітини, інтенсифікують хімічні реакції, що лежать в основі дихання, бродіння.

Екзоферменти перетворюють складні поживні речовини в форму, що легко засвоюється дріжджовою клітиною.

Серед ферментів хлібопекарських дріжджів найбільше значення має мальтаза (α -глюкозидаза). Цей фермент розщеплює α -глюкозидазний зв'язок у дисахариді мальтозі, яка є основним цукром тіста, на дві молекули глюкози, що легко засвоюються дріжджами.

Фермент інвертаза (сахараза, β -фруктофуранозідаза) розщеплює β -фруктозидний зв'язок у сахарозі та рафінозі тіста з утворенням глюкози і фруктози або фруктози і мелібіози відповідно.

Протеази дріжджів здатні впливати на білковий комплекс тіста, послаблюючи його структуру.

Ферментативна здатність хлібопекарських дріжджів є одним із основних показників їх якості. Для оцінки здатності дріжджів зброджувати цукри тіста визначають їх зимазну і мальтазну активність. Ці показники визначають за швидкістю збродження дріжджами глюкози і мальтози і виражають терміном (у хвили-нах), необхідним для виділення 20 мл CO_2 1 г дріжджів у 4–5 %-ному розчині глюкози (зимазна активність) або мальтози (мальтазна активність).

Хороші дріжджі мають зимазну активність — до 70 хв, мальтазну — не більше 100–110 хв.

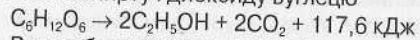
Дріжджі розмножуються брунькуванням. Швидкість розмноження, бродильна активність дріжджів залежать від складу і концентрації поживних речовин у живильному середовищі, його температури, рН. Висока концентрація водорозчинних речовин уповільнює процес життєдіяльності дріжджів і може призвести до плазмолізу клітини.

У тісті дріжджі чутливі до підвищеної концентрації солі, цукрів. Їх життєдіяльність пригнічують спирт, діоксид вуглецю тіста. «Самоконсервування» дріжджових клітин спостерігається при концентрації у середовищі CO_2 більше 4 % або спирту більше 3,0 %.

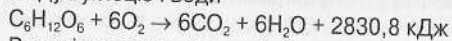
Оптимальне значення рН середовища для розвитку дріжджів знаходиться в межах 4,5–5,5. Серед усіх органічних кислот дріжджі найкраще переносять молочну кислоту.

Оптимальною для життєдіяльності дріжджів є температура 27–33 °С. При 36 °С уповільнюється швидкість розмноження дріжджів, а при 40 °С практично призупиняється. Бродильна активність їх інтенсифікується при 37–40 °С, після чого різко падає. При температурі 45–50 °С дріжджі припиняють життєдіяльність.

Дріжджі — факультативні анаероби, їх життєві функції проявляються як у присутності кисню, так і без нього. В анаеробних умовах дріжджові клітини для своєї життєдіяльності використовують кисень, що міститься в органічних речовинах живильного середовища. Відбувається процес бродіння з утворенням етилового спирту і діоксиду вуглецю



В аеробних умовах дріжджі окислюють цукор живильного середовища до діоксиду вуглецю і води



Внаслідок того, що в тісті кисню дуже мало, дріжджі збуджують у ньому спиртове бродіння. Спирт і діоксид вуглецю, що утворюються при бродінні, розпушують тісто і забезпечують необхідну пористість виробів.

Дріжджі зброджують цукри в певній послідовності, обумовленій швидкістю їх дифузії в дріжджову клітину. У першу чергу зброджуються глюкоза і фруктоза. Сахароза живильного середовища гідролізується β -фруктофуранозідазою обо-

лонки дріжджових клітин з утворенням глюкози та фруктози, які легко засвоюються дріжджовою клітиною.

Коли в живильному середовищі майже не залишається глюкози і фруктози, дріжджі починають зброджувати мальтозу, яка попередньо гідролізується мальтазою дріжджів на дві молекули глюкози.

Хороші дріжджі повинні мати високу бродильну активність, швидко зброджувати цукри тіста, мати низьку осмочутливість, добре переносити високі концентрації солі та цукру в тісті, мати високу стійкість при зберіганні. Комплексним показником їх якості є підйомна сила. Вона обумовлюється активністю комплексу ферментів, що викликають спиртове бродіння.

Хлібопекарські дріжджі, які відповідають вимогам стандарту, мають сіруватий з жовтуватим відтінком колір, щільну консистенцію, притаманний дріжджам запах. Вологість їх має бути не більше 75 %, підйомна сила не більше 70 хв, кислотність 100 г дріжджів, в день вироблення заводом, повинна бути не більше 120, а після 12 діб зберігання при 0–4 °С — не більше 300 мг оцтової кислоти. Стійкість дріжджів, вироблених спиртовими заводами, при температурі зберігання 35 °С — має бути не менше 48 год, спеціалізованими спиртозаводами — 60 год.

Оскільки основним цукром у тісті є мальтоза, дуже важливим показником якості дріжджів є їх мальтазна активність — здатність зброджувати цей цукор, але у нормативно-технічній документації на хлібопекарські дріжджі цей показник не зазначається.

Дріжджі спиртових заводів. Спиртовими називають дріжджі хлібопекарські, виділені із залишкових спиртових дріжджів. В Україні масова частка їх у загальній кількості пресованих дріжджів, що виробляються, складає до 50 %.

До якості дріжджів спиртових заводів ставляться такі ж вимоги, як і до якості дріжджів спеціалізованих дріжджових заводів. Проте ці дріжджі містять багато глутатіону, дещо засмічені гнилісними бактеріями, тому зберігаються гірше.

У спиртових дріжджах міститься в 2,7 рази менше молочнокислих бактерій, ніж у звичайних дріжджах, кислотність їх на 11–16 % нижча, ніж спеціалізованих. Це стримує накопичення кислот у тісті та затримує його визрівання.

Довгий час вважалося, що спиртові дріжджі мають високу зимазну і низьку мальтазну активність. Проте роботами, проведеними колишнім ВНДІХП і УДУХТ установлено, що спиртові дріжджі значно швидше, ніж звичайні, адаптуються до збродження мальтози і так інтенсивно витрачають її на свою життєдіяльність, що іноді під час вистоювання тістових заготовок знижується процес бродіння через обмаль цукрів у тісті. Тому згасання процесу бродіння на стадії вистоювання тістових заготовок при використанні дріжджів спиртових заводів можна пояснити не низькою мальтазною активністю цих дріжджів, а недостатнім вмістом цукрів.

Дріжджове молоко. Дріжджове молоко є напівфабрикатом дріжджового виробництва, суспензією дріжджів у воді, яку одержують на стадії сепарування культурального середовища після вирощування у ньому дріжджів. Дріжджові клітини у дріжджовому молоці знаходяться у активнішому стані, ніж у пресованих дріжджів. Більш висока активність дріжджового молока у порівнянні з еквівалентною кількістю пресованих дріжджів зумовлена тим, що дріжджові клітини молока роз'єднані, а в суспензії, виготовленій з пресованих дріжджів, вони агреговані. Більша поверхня контакту дріжджових клітин із субстратом при використанні дріжджового молока сприяє інтенсифікації біохімічних процесів і прискоро-

рює визрівання тіста. Це дає можливість зменшувати витрати дріжджів на приготування тіста.

Концентрація дріжджових клітин у 1 дм³ суспензії в перерахунку на дріжджі вологістю 75 % має бути не менше 450 г.

Підйомна сила, кислотність, мальтазна активність дріжджового молока повинна відповідати цим показникам для пресованих дріжджів.

Використання дріжджового молока замість пресованих дріжджів дозволяє досягти економії внаслідок скорочення процесів сепарування, формування і пакування дріжджів на дріжджовому заводі, розпакування і приготування дріжджової суспензії на хлібозаводах. Економиться також обгортковий папір, тара, покращуються санітарно-гігієнічні умови.

Внаслідок високої вологості дріжджового молока утруднюється використання його у виготовленні здобних виробів, бо не вистачає води на розчинення цукру і солі, які входять до рецептури цих виробів.

Сушені дріжджі, дріжджі спеціального призначення. Сушені дріжджі в Україні одержують шляхом висушування подрібнених пресованих дріжджів у певних умовах до вологості 8–10 %. Вони транспортабельні, здатні зберігати свої властивості протягом 5–12 місяців при температурі не вище 10 °С.

Порівняно з пресованими сушені дріжджі мають нижчу бродильну активність унаслідок біохімічних змін у дріжджовій клітині при висушуванні. Для приготування однакової кількості тіста їх необхідно витратити в 1,5–2 рази більше, ніж пресованих, у перерахунку на сухі речовини.

Сушені дріжджі виробляють вищого і першого сорту у вигляді вермішелі, гранул або дрібних зерен світло-жовтого чи світло-коричневого кольору. Підйомна сила сушених дріжджів вищого сорту має бути не більше 70, а I сорту — 90 хв. У процесі зберігання їх ферментативна активність знижується. Перед використанням сушені дріжджі необхідно активувати у живильному середовищі з борошна і води, іноді з додаванням солоду, сої тощо.

Провідні інофірми з 70-х років, застосовуючи новітні технології, виробляють сушені дріжджі з високою ферментативною активністю і подовженим терміном зберігання. При їх виробництві використовують спеціальні штами дріжджів з високим вмістом білків і трегалози, застосовують технологічні режими культивування, які забезпечують низький вміст внутрішньоклітинної вологи і високу ферментативну активність.

Для запобігання зниження життєдіяльності дріжджових клітин при висушуванні під час їх екструдування додають емульгатори. Сушіння проводять при м'якому режимі у псевдозрізженому шарі до вологості 4–5 %. Висушені дріжджі пакують під вакуумом у спеціальні плівки. Такі дріжджі мають термін зберігання до двох років, у сухому прохолодному місці.

Світовим лідером по виробництві активних сушених дріжджів є група ЛЕ-САФР (Франція). Дріжджі цієї фірми під торговою маркою «САФ—ЛЕВЮР» — маленькі гранули, вкриті шаром клітин, дезактивованих під час сушіння, що забезпечує їх природний захист. Один кілограм цих дріжджів замінює приблизно 5 кг традиційних пресованих дріжджів.

Дріжджі «САФ—ЛЕВЮР» перед використанням необхідно розвести у воді температурою 38 °С при гідромодулі 1:5, доцільно на 1 л дріжджової суспензії добавляти 10 г цукру. Ця суспензія може зберігатися при 10 °С протягом 24 год.

Чимало різних інофірм виробляють сушені дріжджі типу «Інстант». Ці дріжджі не потребують обов'язкового попереднього розведення у воді. В Україні їх по-

ставляють Франція (САФ-Інстант), Турція (Пакмая), Голландія (Brocades). Дріжджі типу «Інстант» — дрібні частинки з пористою структурою у вакуумній упаковці. 1 кг дріжджів марки «САФ-Інстант» замінює 6–7 кг традиційних пресованих дріжджів, тобто вони активніші за пресовані у 1,5...1,6 разів. Підйомна сила інстантних дріжджів різних фірм — 35–60 хв, зимазна активність — 40–60 хв, мальтазна активність — 65–80 хв. На ці дріжджі пригнічуюче діє безпосередній контакт з холодною водою. Тому рекомендується при замішуванні тіста змішати їх з борошном перед додаванням води або вносити у тісто в кінці замішування.

При порушенні герметичності упаковки ферментативна активність цих дріжджів різко падає, тому у розгерметизованій тарі інстантні дріжджі необхідно використовувати протягом 24–48 год.

Зважаючи на вплив складу живильного середовища на бродильну активність дріжджів, а також особливості окремих технологій приготування хлібних виробів, низкою фірм виготовляються спеціальні дріжджі: осмотолерантні, напівсухі заморожені, чутливі до холоду, стійкі до консервантів, призначені для використання у полікомпонентних сумішах для виготовлення хлібних виробів.

Осмотолерантні дріжджі призначені для виготовлення виробів, до рецептури яких входить більше 10 % цукру.

Дріжджі напівсухі заморожені призначені для виробництва швидко заморожених тістових напівфабрикатів. Вологість таких дріжджів 23–25 %. Ці дріжджі після сушіння заморожують, вони добре зберігають бродильну активність у замороженому тісті.

Дріжджі, чутливі до холоду характеризуються низькою ферментативною активністю при 4–12 °С. При температурі 30–40 °С активно розпушують тісто. Ця властивість дріжджів дозволяє зберігати тістові заготовки кілька діб у холодильнику при 3–7 °С без особливих біотехнологічних змін.

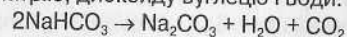
Дріжджі, стійкі до консервантів, адаптовані до консервантів, що додаються в тісто для запобігання захворювання хліба на картопляну хворобу. Це наприклад, дріжджі, адаптовані до пропіонату кальцію. Дріжджі для виготовлення виробів з полікомпонентних сумішей мають будову захищених гранул, унаслідок цього добре зберігаються в присутності кисню і вологи, швидко розчиняються при приготуванні напівфабрикатів.

Виготовляються також дріжджі, що містять йод, селен. Такі дріжджі поряд з розпушенням тіста збагачують вироби цими біологічно активними мікроелементами.

Хімічні розпушувачі тіста. Хімічні розпушувачі застосовують в кондитерському, іноді в хлібопекарському виробництві при виготовленні виробів з високим вмістом цукру і жиру. Застосування в цих умовах хлібопекарських дріжджів неможливе, бо високий осмотичний тиск в середовищі з розчином цукру приводить до їх плазмолізу. Як хімічні розпушувачі використовують гідрокарбонат натрію NaHCO₃, карбонат амонію (NH₄)₂CO₃ або їх суміш у співвідношенні 88:12. При їх використанні тісто розпушується газами, що утворюються у процесі розкладу цих солей при підвищеній температурі.

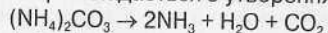
Гідрокарбонат натрію (сода харчова). Кристалічний порошок сніжно-білого кольору, без запаху, із солонуватим слабо лужним смаком, розчинний у воді. Розчинність його залежить від температури води. В 100 г води розчиняється при 15 °С 8,9 г; 30 °С — 11,1 г; 50 °С — 14,5 г соди.

При нагріванні гідрокарбонат натрію розкладається з утворенням карбонату натрію, диоксиду вуглецю і води:



Диоксид вуглецю забезпечує розпушену структуру виробів.

Карбонат амонію. Білий дрібнозернистий порошок з сильно вираженим запахом аміаку. Масова частка аміаку (NH_3) в ньому — 28–35 %. При співвідношенні препарату і води 1:5 він повністю розчиняється. При нагріванні карбонат амонію розкладається з утворенням аміаку, диоксиду вуглецю і води:



Аміак і диоксид вуглецю, що виділяються, служать розпушувачами. У кондитерському виробництві застосовують разом обидві речовини: карбонат амонію і гідрокарбонат натрію. В рецептурі кондитерських виробів передбачається дозування гідрокарбонату натрію 5–7 кг/т і карбонату амонію 0,6–1 кг/т виробів.

2.5. Цукор, патока

У хлібопекарському виробництві застосовують цукор-пісок, цукрову пудру і рідкий цукор.

Цукор-пісок додають у кількості від 2,0 до 25 % до маси борошна для покращання смакових якостей і харчової цінності виробів, а цукрову пудру використовують для оздоблення поверхні здобних виробів.

Цукор-пісок і цукрова пудра на 99,75 % складаються із сахарози ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$). Сахароза — дисахарид, під дією кислоти і ферменту сахарази (β -фруктофуранозидози) гідролізується на глюкозу і фруктозу.

Сахароза добре розчинна у воді й погано — у спирті. При підвищенні температури її розчинність зростає. Так, в 1 дм³ води при 20 °С розчиняється 2,039 кг сахарози, а при 100 °С — 4,872 кг, тобто розчинність зростає у 2,4 рази.

У розчинах сахароза є сильним дегідратором, тобто забирає воду від інших речовин. Температура кипіння розчинів цукру зростає при підвищенні їх концентрації.

Сахароза у кристалічному стані оптично не активна, в розчинах обертає площу поляризаційного променя вправо, її питоме обертання +66,5°. Під час нагрівання при високій температурі відбувається процес карамелізації цукру, він викликає потемніння продукту.

Цукор-пісок має бути сипучим, не липким, повністю розчинним у воді, без сторонніх присмаків і запахів. Масова частка вологи в цукрі — не більше 0,14 %, кольоровість — не більше 1,5 умовних одиниць (для промислової переробки).

Цукор, внесений у тісто, зменшує гідратаційну здатність клейковини, розріджує його консистенцію. При внесенні цукру до 10 % до маси борошна прискорюється інтенсивність бродіння, при більшому дозуванні цукор пригнічує життєдіяльність дріжджів, викликає їх плазмоліз, погіршує спиртове бродіння.

Цукрова пудра має бути однорідною за розміром частинок, повністю проходити крізь сито з чарунками діаметром 0,1 мм. Масова частка вологи в цукровій пудрі — не більше 0,10 %.

Рідкий цукор одержують на рафінадних заводах, концентрація його 64–67 %. Це цукровий сироп світло-жовтого кольору.

Застосування цукрового сиропу в хлібопеченні доцільне з технічної та економічної точок зору порівняно з цукром-піском. Однак, при виробництві здоб-

них виробів застосовувати рідкий цукор неможливо внаслідок його високої вологості. При зберіганні він кристалізується. Щоб запобігти цьому явищу, до розчину цукру додають розчин солі.

У хлібопекарському виробництві, окрім основної солодкої речовини — цукру, використовують також різні продукти гідролізу картопляного або кукурудзяного крохмалю чи безпосередньо зернової сировини. Це перш за все різні види крохмальної патоки.

Патоку використовують у виробництві поліпшених видів хліба. Патока покращує смак виробів, інтенсифікує процес бродіння завдяки високій вологоутримувальній здатності, затримує черствіння хліба.

Промисловість виробляє такі види крохмальної патоки: карамельну низькооцукрену (КН), вищого (КВ) і першого (КІ) сортів, глюкозну високооцукрену (ГВ). Патока являє собою густу, в'язку, солодку рідину від світло-жовтого до темно-жовтого кольору з масовою часткою сухих речовин 78 %, рН — 4,6. До її складу входять мальтоза, глюкоза, декстрини. Солодкість патоки у 3–4 рази нижча за солодкість цукру.

Масова частка редукуючих цукрів у карамельній низькооцукреній патоці має бути 30–34, карамельній вищого сорту — 38–42, першого сорту — 34–44, глюкозній високооцукреній — 44–60 %.

Декстрини патоки мають високу в'язкість, виконують роль антикристалізаторів сахарози в кондитерському виробництві. Редукуючі цукри патоки мають слабкі антикристалізаційні та значні гідратаційні властивості. Тому патоку використовують у хлібопеченні як цукристу речовину, що уповільнює черствіння готових виробів.

Останнім часом шляхом повного гідролізу крохмалю одержують глюкозно-фруктозні сиропи з різним вмістом фруктози. При гідролізі зерна одержують зернові сиропи, солодові екстракти. Ці вуглеводні речовини поряд з наданням продукту солодкості виконують функції структуроутворювачів, джерел сухих речовин, затримують черствіння виробів.

2.6. Жири

У хлібопекарському виробництві використовують жири, що виготовляються для харчових цілей: масло коров'яче, маргарин, жир рідкий для хлібопекарської промисловості, рослинні олії.

Масло коров'яче використовують як вершкове, так і топлене. У вершковому маслі міститься (в %): жирів — 71,5–82,5; білків — 0,35–0,80; лактози — 0,5; золи — 0,2; води — біля 16. В маслі, що одержане безперервно-потокним методом, масова частка білків становить 1,1–1,6 %. Масло містить жиророзчинні вітаміни А, D, E, фосфати, ефіри, кислоти, водорозчинні вітаміни.

До складу молочного жиру входить значна кількість ненасичених жирних кислот, які обумовлюють низьку температуру плавлення масла (26–34 °С) і хороше його засвоєння. Температура застигання молочного жиру знаходиться в межах 18–23 °С. Енергетична цінність 100 г масла становить в середньому 750 ккал, засвоєння 95 %.

Топлене масло на 98–99 % складається з молочного жиру, калорійність його біля 890 ккал. Структуру вершкового масла утворюють дрібні грудочки застиглого жиру, що позлипалися, невеликі краплини води або плазми і бульбочки

повітря, зв'язані масою вільного рідкого жиру, який утворює безперервну жирову фазу.

Плазма в маслі знаходиться у вигляді крапельок. Вона є колоїдним розчином білків і водним розчином лактози та солей.

Якість масла визначають за органолептичними і фізико-хімічними показниками. Масло коров'яче повинне мати чисті смак і запах, характерні для даного виду масла, без сторонніх присмаків і запахів, щільну однорідну консистенцію; колір — від білого до світло-жовтого.

З фізико-хімічних показників для масла нормується масова частка жиру, вологи, а для солоного — ще й масова частка солі.

Маргарин (від французького *margjaret* — перлина). Являє собою спеціально виготовлений продукт, який за смаком, ароматом, консистенцією схожий з коров'ячим маслом. За структурою це вискодисперсна, жиру-водна система, в якій один із основних компонентів — вода (дисперсна фаза) — розподіляється в другому — олії (дисперсійне середовище) у вигляді дуже дрібних краплинок, утворюючи емульсію типу «вода в маслі». Компонентом «вода» є молоко. До складу цієї системи входять природні рафіновані жири та олії, саломаси, молоко, сіль, цукор, емульгатори, ароматизатори та інші компоненти.

У виробництві використовують твердий (пластичний) за консистенцією маргарин, а також рідкий, виготовлений для хлібопекарської промисловості.

Консистенція маргарину залежить від вмісту в ньому твердих гліцеридів. Так, молочний маргарин при 20 °C має містити 18–22 % твердих гліцеридів.

Якість маргарину повинна відповідати вимогам стандартів. Столові та молочні маргарини повинні містити жиру — не менше 82, води — не більше 17, солі — 0,3–0,7 %. Температура плавлення жирової основи — 27–33 °C.

Рідкі маргарини є рухливою емульсією світло-жовтого кольору. Специфічним показником якості рідких маргаринів є їх стійкість до розшарування на жирову і водну фракції.

У виробництві більш технологічним є застосування рідких маргаринів. У рідкому маргарині для хлібопекарської промисловості вміст жиру має бути не менше 83, вологи — до 17 %.

Маргарин повинен мати чисті смак і аромат, однорідну консистенцію.

Безводні пекарські жири мають рідку консистенцію. Такі жири складаються із саломасу, рослинних олій, емульгатора та інших компонентів. Загальний вміст жиру має складати не менше 99,7, вологи — не більше 0,3 %. Безводні пекарські жири мають стійку рухливу консистенцію при 15–25 °C. Їх використовують при виготовленні виробів, рецептурою яких передбачено маргарин.

Температура плавлення рідкого жиру 16–25 °C. Він не розшаровується при зберіганні, добре емульгується. При температурі 15–20 °C зберігає свої властивості протягом 10 діб.

При одержанні рідкого жиру на основі переетерифікованих жирів тваринні жири або саломаси у певному співвідношенні з оліями піддають переетерифікації з наступною дезодорацією і змішують з ароматизаторами та емульгаторами. Такий жир має однорідну консистенцію, зберігає текучість при температурі 5 °C, не розшаровується 30 діб.

Олії. В хлібопеченні застосовують головним чином соняшникову, кукурудзяну, бавовняну і гірчичну олії. За ступенем очищення олії ділять на нерафіновані — очищені лише від механічних домішок, мають смак і аромат; рафіновані — очищені від механічних домішок, оброблені лугом, не мають смаку і аромату; гідрато-

вані — очищені від механічних домішок і гідратовані шляхом продування гарячої води для видалення білків і слизів; дезодоровані — оброблені сухою парою при 170–230 °C в умовах вакууму, що забезпечує повне очищення від усіх домішок і аромату.

Соняшникову й кукурудзяну олії виробляють нерафіновану та рафіновану, бавовняну — лише рафіновану, гірчичну — нерафіновану. Гірчична олія має специфічний запах, тому її додають лише в деякі вироби, рецептурою яких передбачене використання гірчичної олії — хліб гірчичний, сушки гірчичні тощо. З метою збагачення виробів біологічно активними речовинами використовують соєву, обліпихову і пальмову олії.

Колір, запах і смак кожної олії залежать від виду сировини, технології виробництва, ступеню очищення. Всі види олій повинні містити масову частку вологи не більше 0,1–0,2 %, жиру — не менше 99,8–99,4 %.

При тривалому зберіганні внаслідок складних хімічних і біохімічних процесів, що відбуваються у ліпідному комплексі, жири можуть згрікнути.

Жири і олії гальмують у тісті життєдіяльність мікроорганізмів, поліненасичені жирні кислоти утворюють комплекси з білками і крохмалем, які суттєво впливають на фізичні властивості тіста, роблять його більш еластичним. Жири та олії сприяють довшому збереженню хлібом свіжості, підвищують його калорійність.

2.7. Молоко і молочні продукти

Молоко і молочні продукти широко використовують у хлібопекарському виробництві з метою надання виробам приємного смаку і аромату, високої харчової цінності. У промисловому хлібопеченні використовують молоко нативне, згущене і сухе, жирне або знежирене, а також побічні продукти виробництва сиру — сироватку підсирну (одержують у виробництві твердих сирів) і сирну (одержують у виробництві сиру). Рідше використовують вершки і сметану. Сир застосовують як начинку для здобних виробів і пирогів.

Молочні продукти мають багатий, досить досконалий хімічний склад. Білки молока представлені казеїном — 80 % і сироватковими білками: α -лактоальбуміном і β -лактоглобуліном — 20 %. Казеїн належить до фосфопротеїну, має велику гідрофільність, у молоці знаходиться у вигляді колоїдного розчину. Під дією сичужних ферментів, кислот і хлориду кальцію колоїдний розчин казеїну руйнується і білок коагулює. Цю властивість казеїну використовують у виробництві молочних продуктів (кефірів, сиру, сметани). Казеїн коагулює при pH 4,6–4,7.

Білки молока характеризуються високим вмістом незамінних амінокислот — лізину, метіоніну, триптофану і треоніну, організмом засвоюються на 95–96 %.

Молочний жир складається в основному з тригліцеридів, містить також фосфоліпіди і стерини. У складі тригліцеридів із насичених жирних кислот за вмістом переважають пальмітинова, міристинова і стеаринова, з ненасичених — олеїнова, арахідонова.

Специфічний смак і аромат молока надають леткі жирні кислоти — масляна, каприлова, капронова.

У молоці жир знаходиться у вигляді стійкої емульсії, яку складають жирові кульки, захищені лецитино-білковою оболонкою, що запобігає їх злипанню. Температура плавлення молочного жиру — 27–34 °C.

Жири молока є джерелом жиророзчинних вітамінів А, D, Е, К, а також каротину. Молочні продукти багаті також на вітаміни групи В, С, біотин.

Основним вуглеводом молока є молочний цукор лактоза. Це дисахарид, що збудований із залишків глюкози і галактози. Лактоза у 5–6 разів менш солодка, ніж сахароза. Хлібопекарськими дріжджами лактоза не зброджується через відсутність у зимазному комплексі дріжджів ферменту β -галактозидази. Добре зброджується молочнокислими бактеріями, що обумовлює скисання молочних продуктів.

При температурі 35 °С і вище лактоза вступає з амінокислотами у реакцію меланоїдиноутворення. При температурі 170–180 °С вона карамелізується.

Мінеральні речовини представлені переважно сполуками фосфору, калію, кальцію, а також магнію, натрію, хлору. Кальцій і фосфор у молочних продуктах знаходяться в оптимальному співвідношенні, що забезпечує їх гарне засвоєння.

Молочні продукти містять багатий перелік мікроелементів, серед яких є йод, залізо, кобальт, цинк тощо. Хімічний склад молочних продуктів залежить від пори року, кормів, стадії лактації.

Молочні продукти є хорошим живильним середовищем для розвитку мікроорганізмів, тому нативні молочні продукти належать до сировини, що швидко псується (молоко нативне, сироватка, сир). Сухе і згущене молоко є молочними консервами.

Вміст хімічних складових окремих молочних продуктів залежить від виду продукту, способу його виробництва. У середньому коров'яче молоко містить (у %): води — 85–89; жиру — 2,8–6,0; білків — 2,7–3,8; молочного цукру — 4,4–5,1; мінеральних речовин — 0,6–0,85; ферменти, вітаміни, гормони, пігменти, гази.

На хлібопекарські підприємства поставляється молоко незбиране пастеризоване з жирністю 2,5; 3,2 або 6 %. Свіжість молока визначається його кислотністю, яка має бути не більшою 21 град Тернера. Масова частка сухого залишку — не менше 8,1 %.

Колір молока повинен бути білим з жовтуватим відтінком, запах і смак — характерні для молока, без сторонніх присмаків і запахів, консистенція — однорідна.

Згущене молоко виробляється кількох видів — з цукром або без нього. Масова частка сухих речовин у згущеному молоці — 25,5–28,5 %, залежно від виду. Незбиране згущене молоко містить 7,8–8,6 % жиру, згущене з цукром — 43,5–44 % цукру. Вологість незбираного згущеного молока з цукром має бути не більше 26,5, а знежиреного з цукром — 30 %.

Згущене молоко повинне мати однорідну в'язку консистенцію, білий колір з кремовим або синюватим відтінком.

Сухе коров'яче молоко на хлібозаводи постачається незбиране і знежирене. Це білий порошок з кремовим відтінком. Вологість його становить при герметичній упаковці не більше 4 %, негерметичній — не більше 7 %. Масова частка жиру у незбираному сухому молоці 25 %.

У сухому молоці білки під час сушіння частково денатуровані, тому воно не повністю розчинне. Розчинність сухого молока півкового (при вальцовому сушінні) становить 80–85 %, а одержаного шляхом розпилення — 92–98 %.

У хлібопеченні застосовують частіше сирну сироватку, набагато рідше — підсирну. Сирна сироватка має містити (у %): сухих речовин не менше 5, у тому числі: лактози — 3,5; молочного жиру — до 0,2; білків — 1. Кислотність її повинна бути не більше 75 °Т. Ця сироватка має приємний молочний запах, кисло-молочний смак. На відміну від сирної підсирна сироватка має містити більше лак-

този — 4,0 %, менше жирів — 0,1 %. Кислотність її має бути не більш 20 °Т. Обидва види сироватки містять органічні кислоти, вітаміни, макро- і мікроелементи.

Із сирної та з підсирної сироваток виробляють згущену сироватку, а також згущену сквашену із вмістом сухих речовин 30, 40 і 60 %. Ці види сироватки мають світло-жовтий або зеленуватий відтінок, за консистенцією — це густа однорідна, дуже в'язка маса.

Суша сироватка — дуже гігроскопічний порошок, що містить не менше 95 % сухих речовин, у тому числі лактози — 45, білків — 12,5 %. Її одержують шляхом висушування згущеної сироватки на барабанних або у розпилювальних сушарках. Розчинність сироватки, що одержана плівковою сушкою — 95, а шляхом розпилення — 98 %.

Сухі молочні продукти перед використанням відновлюють шляхом розчинення у воді з температурою 30 °С при гідромодулі 1:10.

Молочні продукти позитивно впливають на технологічний процес і якість хлібних виробів.

Складові молока — амінокислоти, мінеральні речовини, вітаміни стимулюють життєдіяльність мікрофлори тіста, активізують процеси спиртового і молочнокислого бродіння. Сироваткові білки і фосфатиди, особливо лецитин, мають властивості емульгаторів, що сприяє покращанню структурно-механічних властивостей тіста. Лактоза і білки молочних продуктів сприяють інтенсифікації реакції меланоїдиноутворення, внаслідок цього покращується забарвлення, смак і аромат виробів.

2.8. Солод

Солод — це продукт штучного пророщування зерен злаків з подальшою спеціальною обробкою.

У хлібопекарському виробництві використовують солод житній ферментований і неферментований, а також ячмінний пивоварений. Житній неферментований і ячмінний пивоварений солод містять в активному стані комплекс амілолітичних, протеолітичних та інших ферментів. Завдяки високій активності α -амілази в цих видах солоду, вони мають оцукрювальну здатність і застосовуються для оцукрення борошняних заварок у процесі приготування рідких дріжджів або заварних сортів хліба.

Пивоварений світлий солод I класу повинен містити вологи — не більше 5,0 %, мати екстрактивність у перерахунку на сухі речовини — не менше 77,5 %, термін оцукрювання — не більше 20 хв. Цей солод має бути світло-жовтого кольору, з солодовим запахом, солодкуватим на смак.

Житній ферментований солод повинен мати вологість — не більше 10 %, екстрактивність при гарячому екстрагуванні — 80 %, тривалість оцукрення — не більше 25 хв. Цей солод має забарвлення від коричневого до темно-бурого, кисло-солодкий смак, яскраво виражений аромат.

Житній ферментований солод використовують як добавку, що забарвлює м'якушку заварних видів житнього і житньо-пшеничного хліба, покращує його смак і аромат.

Всі види солоду, що використовуються у хлібопеченні, являють собою борошно типу обойного. Солод надходить на хлібопекарські підприємства упакованим у тканинні продуктові мішки. Маса одного мішка — не більше 50 кг.

Солодові екстракти одержують із солоду житнього, пшеничного або їх суміші. Це густі в'язкі маси, за консистенцією і зовнішнім виглядом подібні до патоки, мають вологість біля 20 %, можуть бути також у вигляді порошку. Застосовуються солодові екстракти для заміни ферментованого солоду або надання виробам певних смакових якостей.

2.9. Яйця і яйцепродукти

У хлібопекарському виробництві використовують яйця курячі харчові, морожені яєчні продукти (яєчний меланж, яєчний жовток і яєчний білок) і яєчний порошок. Використання качиних і гусячих яєць дозволяється лише у виробництві дрібноштучних здобних і сухарних виробів. Яйцепродукти покращують забарвлення, структуру і смакові якості виробів, підвищують їх харчову цінність.

Яйця курячі мають масу 40–60 г. У розрахунках рецептур маса одного яйця приймається рівною 40 г. В яйці міститься води 74, азотистих речовин — 12,7, ліпідів — 11,5, вуглеводів 0,9 %. За амінокислотним складом білки яєць близькі до ідеальних. Вони містять більше, ніж у борошні I сорту, лізину — у 15, метіоніну — у 13, триптофану — в 6 разів.

При температурі 58–65 °С білок яйця денатурує. Вуглеводи яєчного білка представлені глюкозою.

Жовток містить 20 % жирів, 10 % ліпідів, серед яких 8 % складає лецитин. Жири жовтка на 70 % складаються з ненасичених жирних кислот — олеїнової, лінолевої, ліноленової. Загальний вміст ліпідів у жовтку становить до 70 % маси сухих речовин.

У складі яйця міститься великий комплекс ферментів: амілаза, пептидаза, каталаза, оксидаза, зимаза, ліпаза. Внаслідок ферментативних і мікробіологічних процесів, що відбуваються в яйці при зберіганні, його якість погіршується.

У жовтку містяться вітаміни А, В₁, В₂, D, E, PP та інші. Присутні в жовтку ксантофіли і каротин обумовлюють забарвлення жовтка.

Яйця вважаються джерелом фосфору, кальцію, сірки і хлору.

Курячі яйця залежно від терміну зберігання і якості поділяють на дієтичні та столові. До дієтичних належать яйця, термін зберігання яких не перевищує 7 діб, не враховуючи день знесення яйця. До столових належать ті яйця, що надійшли до споживача не пізніше, ніж через 25 діб після знесення, не враховуючи день знесення, а також яйця, що зберігались у холодильнику не більше 120 діб.

Дієтичні та столові яйця, залежно від їх маси, поділяють на три категорії: відбірні, перша і друга. Маса одного яйця відбірної категорії має бути 65 г, 10 яєць — не менше 660 г; першої категорії — відповідно 55 і 560 г; а другої — 45 і 460 г.

У хлібопеченні в основному використовують столові яйця першої та другої категорій, можуть бути також використані дрібні яйця масою 35–45 г, що відповідають вимогам стандарту.

Про якість яєць судять за їх чистотою, масою, свіжістю. Свіжі яйця не мають стороннього запаху, шкаралупа їх чиста, без плям. Під час струшування вміст яйця не бовтається, розбите яйце має свіжий смак і запах, білок легко відділяється від жовтка. У рецептурах хлібобулочних виробів прийнято, що маса вмісту 25 яєць дорівнює 1 кг.

Не допускається використання яєць, які належать до технічного браку і мають жовток, змішаний з білком, затхлий або гнилісний запах.

Яйця мають надходити упакованими за видами і категоріями в чисті, сухі, без стороннього запаху ящики з гофрованого картону або полімерні ящики, місткістю 360 шт., з використанням бугристих прокладок. Свіжість яєць перевіряється просвічуванням їх овоскопом.

Яєчний меланж — це суміш у природній пропорції звільнених від шкаралупи яєчних білків і жовтків, заморожена при температурі -18 °С. Температура у центрі замороженої маси має бути мінус 5–6 °С. Для виробництва меланжу використовуються яйця, що зберігались не більше 90 діб.

Перед застосуванням на виробництві меланж розморожують. Розморожений меланж повинен мати однорідну рідку консистенцію, світло-жовтий або світло-оранжевий колір, притаманний яйцям запах. Масова частка вологи має бути не більше 75,0 %, жирів — не менше 10 %, білків — не менше 10 %, кислотність меланжу — не більше 15 °Т, рН — не нижче 7,0.

Яєчний порошок виготовляють висушуванням яєчної маси в сушарках розпилювального типу. Розчинність сухого продукту має бути не менше 88 %.

Яєчний порошок — дуже гігроскопічний продукт. При зберіганні під дією вологи, світла, кисню повітря він грудкується, набуває неприємного смаку і запаху.

Згідно вимогам стандарту, яєчний порошок повинен мати колір від світло-жовтого до яскраво-жовтого; запах і смак — притаманні даному продукту, без сторонніх присмаків і запахів. Масова частка вологи у порошок — не більше 8,5, масова частка жирів — не менше 35, білків — не менше 45, золи — не більше 4 %. Розчинність яєчного порошку має бути не менше 85 %. Кислотність — не більше 10 °Т.

Яєчний порошок надходить упакованим у жерстяні банки, фанерні бочки, картонні пакети, вистелені пергаментом, підпергаментом або целофаном, у паперові 4–5-и шарові мішки або картонні ящики з поліетиленовими вкладишами.

Хімічний склад яєць та яйцепродуктів обумовлює специфіку їх технологічних властивостей.

Яйця є хорошими емульгаторами і піноутворювачами. Водорозчинні білки, вітаміни, мінеральні речовини яйцепродуктів збагачують живильне середовище для мікрофлори тіста. Жири, фосфоліпіди, зокрема лецитини є реакційно активними сполуками, здатними утворювати комплекси з біополімерами борошна і брати участь у формуванні фізичних властивостей тіста.

Здатність білків денатурувати при температурі 58–65 °С робить їх співучасниками у формуванні білкового каркасу хліба під час випікання. Додані у великій кількості яйцепродукти пригнічують процес бродіння. Разом з тим, вони підвищують харчову цінність, смак і аромат виробів. При використанні для змашування поверхні тістових заготовок надають їй глянцеovitості.

2.10. Інші компоненти тіста і хліба

У хлібопекарському виробництві, окрім різних видів сировини, застосовують добавки. Це ферментні препарати, ароматизатори, підсолоджувачі, структуроутворювачі тощо. Докладно характеристики добавок та їх застосування викладені у розділі «Харчові добавки та їх функціональна роль у хлібопекарському виробництві».

Контрольні питання до розділу 2

1. Які вимоги ставляться згідно з нормативними документами до якості житніх і пшеничних сортів борошна?
2. Які основні вуглеводи містяться у борошні?
3. Який хімічний склад крохмалю борошна? Будова крохмалю і його властивості.
4. Які азотисті речовини входять до складу борошна?
5. Будова і властивості білків борошна.
6. Який склад ліпідів борошна, їх основні властивості?
7. Який склад основних макро- і мікроелементів борошна, їх вміст залежно від виду і сорту борошна?
8. Які основні вітаміни містяться у борошні? Який їх вміст залежно від виду і сорту борошна?
9. Як впливають на крохмаль α - і β -амілази? Оптимальні умови їх дії.
10. Ферменти яких класів містяться у борошні, їх роль у хлібопеченні?
11. Яка роль протеолітичних і ліполітичних ферментів борошна в приготуванні хліба?
12. Яким вимогам має відповідати якість води для приготування хлібних виробів?
13. Які вимоги ставляться згідно з нормативною документацією до якості солі, що застосовується для приготування хлібних виробів?
14. Який хімічний склад хлібопекарських дріжджів?
15. Які види дріжджів застосовуються в хлібопекарській промисловості?
16. Які цукропродукти використовуються у хлібопекарській промисловості? Який їх хімічний склад?
17. Які жири та олії використовуються у хлібопеченні, їх хімічний склад?
18. Які молочні продукти застосовують у хлібопекарській промисловості, їх хімічний склад?
19. Які види солоду застосовують при виготовленні хліба, їх хімічний склад і властивості?
20. Які вимоги до яєць і яйцепродуктів передбачаються нормативними документами?

Розділ 3

ХЛІБОПЕКАРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ БОРОШНА

Для прогнозування якості хлібобулочних виробів недостатньо знати показники якості борошна, що вказані у нормативній документації на нього. Важливе значення мають показники, що характеризують його хлібопекарські властивості.

Хлібопекарські властивості борошна характеризуються комплексом показників, які обумовлені його біохімічним складом, а також дисперсністю частинок.

Хлібопекарські властивості визначають поведінку борошна у технологічному процесі, саме вони формують якість хліба. Хлібопекарські властивості залежать від стану вуглеводно-амілазного, білково-протеїназного, ліпідно-ліполітичного комплексів, а також вмісту сполук, які обумовлюють потемніння борошна в процесі приготування хліба. Серед останніх найважливіше значення мають амінокислоти тирозин і фенілаланін та фермент поліфенолоксидаза.

Вперше поняття про хлібопекарські властивості пшеничного борошна були сформульовані в 1905–1907 роках у класичних дослідження Гемфіса, Вуда і Саянзера.

Хлібопекарські достоїнства борошна обумовлюються сукупністю таких показників:

- здатністю утворювати тісто з певними структурно-механічними властивостями і певним ступенем їх зміни під час бродіння — силою борошна;
- газоутворюючою здатністю, тобто здатністю за певний час бродіння тіста забезпечувати виділення тієї чи іншої кількості діоксиду вуглецю;
- кольором борошна і здатністю його темнішати у процесі виробництва хліба;
- автолітичною здатністю, тобто здатністю до розщеплення високомолекулярних складових під дією власних ферментів борошна і накопичення водорозчинних речовин;
- крупністю частинок борошна;
- водопоглинальною здатністю.

3.1. Хлібопекарські властивості пшеничного борошна

3.1.1. Сила борошна

Сила борошна є основним фактором, що визначає його хлібопекарські властивості. Під терміном «сила борошна» розуміють його здатність утворювати тісто, яке має певні структурно-механічні властивості (пружність, еластичність, пластичність, в'язкість) під час дозрівання, вистоювання, у процесі випікання і, залежно від цього, здатне забезпечити виготовлення з нього хліба певної якості.

Сильне борошно містить багато білків, має високу водопоглинальну здатність, утворює велику кількість клейковини. Тісто із сильного борошна повільно набуває своїх оптимальних реологічних властивостей, добре їх

зберігає під час дозрівання та вистоювання, воно має високу газо- і формоутримуючу здатність, сухе на дотик, пружне, гарно піддається механічній обробці при округлюванні та закатуванні.

Сформовані з нього тістові заготовки добре зберігають форму під час вистоювання і випікання, не розпливаються, достатньо збільшуються в об'ємі. Хліб з такого борошна має великий об'єм, правильну форму, гарно розпушену м'якушу.

Слід додати, що при використанні дуже сильного борошна тісто набуває надмірної пружності, має недостатню пластичність. Хліб з такого борошна має малий об'єм, недостатню пористість.

Слабке борошно при виготовленні з нього тіста поглинає мало води, утворює нееластичну, надмірно розтяжну або крихку клейковину, вихід клейковини низький. У такому тісті інтенсивно протікає протеоліз, тісто швидко розріджується, має низьку пружність, липке на дотик. Сформовані тістові заготовки під час вистоювання розпливаються, газоутримуюча здатність їх понижена, вони мало збільшуються в об'ємі. Хліб з такого борошна має понижений об'єм, подові види хліба надто розпливчасті.

Середнє за силою борошно займає проміжне місце між борошном сильним і слабким. Таке борошно здатне утворювати достатньо пружні тісто і клейковину. Хліб має високі органолептичні та фізико-хімічні показники якості. Якість хліба з різного за силою борошна проілюстрована на рис. 3.1.

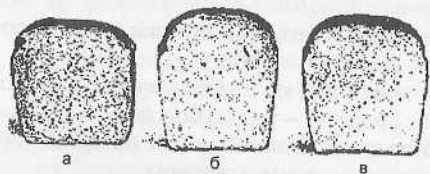


Рис. 3.1. Хліб з слабого (а), сильного (б), середнього (в) по силі борошна

Сила борошна обумовлена станом його білково-протеїназного комплексу: кількістю і станом білків, активністю протеолітичних ферментів, наявністю активаторів та інгібіторів протеолізу. Поряд з цим на структурно-механічні властивості тіста впливають стан крохмалю, вміст у борошні пентозанів, ліпідів, ліполітичних ферментів.

Роль клейковини у формуванні сили борошна. Головним показником сили борошна є кількість і фізичні властивості клейковини. Кількість клейковини, що відмивається з борошна, називають виходом сирової клейковини. Вміст клейковини нормується нормативною документацією за сортами борошна.

Клейковина не є однорідною речовиною. Є.Д.Казаків, проаналізувавши дані різних авторів, наводить такий середній склад клейковини зерна пшениці. Масова частка білків становить 83,5 %, у тому числі утворюючих клейковину — 79,5, із них: гліадину — 43,5, глютеніну — 36,0 %, решта — альбуміни і глобуліни. Масова частка ліпідів становить 7; крохмалю — 6, цукрів — 1,3, клітковини — 1,3 %. Зольність клейковини — 0,9 %.

Крохмаль і клітковина у клейковині є механічними домішками, що важко відмиваються.

Цукри і ліпіди можуть міститись у формі адсорбованих комплексів або у вигляді сполук (гліколіпідів, ліпопротеїдів).

Клейковина має ферментативну активність. Вона містить амілолітичні та протеолітичні ферменти, дифенолоксидази, каталази.

Кількість сирової клейковини залежить від ступеню набухання білків борошна. Відмита з тіста клейковина це сильно гідратовані білки. Вміст води у сирій

клейковині (гідратаційна здатність) становить від 150 до 280 % на сухі речовини. Чим більша гідратаційна здатність клейковини, тим вона менше пружна, більше розтяжна.

Набухлі клейковинні білки у тісті утворюють каркас у вигляді сітки. Міцність його обумовлена водневими, дисульфідними, іонними та іншими різними за силою зв'язками, що утворюють білкову глобулу з різною за щільністю упаковкою поліпептидних ланцюгів.

Після ковалентних зв'язків найбільше значення в укріпленні клейковини мають водневі. Це було доведено шляхом дейтерування клейковини. У разі, коли тісто замішували на важкій воді (99,7X % D₂O), клейковина укріплювалася внаслідок збільшення енергії водневих зв'язків при заміщенні атомів водню дейтерієм.

Кількість і міцність дисульфідних, водневих та інших зв'язків у макромолекулах білків тіста з часом змінюється. Окремі зв'язки розриваються, утворюються нові. Це обумовлює зміну реологічних властивостей тіста у процесі бродіння, змінюється його пружність, еластичність, в'язкість. Основна роль у цих процесах належить протеолітичним ферментам, а також активаторам та інгібіторам протеолізу.

У створенні білками каркасу в тісті певну роль відіграють сполуки білків з цукрами, ліпідами.

Утворений білками у тісті каркас має розтяжність і еластичність, утримує в ньому диоксид вуглецю, а в період випікання закріплює форму і стінки пор у тістовій заготовці. Міцність цього каркасу обумовлюється силою клейковини, її фізичними властивостями.

Як сильну, так і слабку клейковину утворюють білкові комплекси з різною просторовою структурою, з'єднані між собою неоднаково міцно. Структурно-механічні властивості клейковини обумовлюються агрегатним станом її білків. Слабка клейковина має меншу щільність упаковки білків, ніж сильна. У слабкій клейковині порушена структура білкових молекул на третьому і четвертому рівнях організації. Вона містить менше ковалентних, дисульфідних зв'язків, що призводить до рихлості білкових агрегатів.

Реологічні властивості клейковини тіста обумовлені гліадиною і глютеніною фракціями білків. Ці фракції відрізняються за своїми структурно-механічними властивостями, рис. 3.2. Гідратований глютенін — це гумоподібна короткорозтяжна, пружна маса. Гідратований гліадин має в'язко-текучу консистенцію, сильно розтяжний, липкий. Це в деякій мірі пояснюється структурою молекул цих білків.

Гліадин має структуру, у якій окремі поліпептидні ланцюги скомпоновані у молекули внутрішньомолекулярними дисульфідними містками. У глютеніні окремі поліпептидні ланцюги, що скомпоновані у молекули внутрішньомолекулярними дисульфідними містками, зв'язані такими ж містками між собою (рис. 3.3).

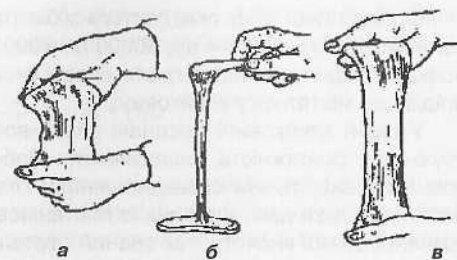


Рис. 3.2. демонстрація різниці у фізичних властивостях: а — глютеніну, б — гліадину, в — клейковини

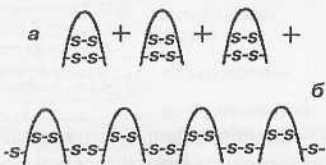


Рис. 3.3. Дисульфідні зв'язки гліадину (а) і глютеніну (б)

Хліб створений тисячолітньою людською мудрістю, майстерністю і наполегливою тяжкою працею. Він є мірилом національного багатства. У кожному шматку хліба — праця сотень людей: хлібороба, мірошника, пекаря, працівників багатьох професій, що забезпечують його виробництво сировиною, паливом, електроенергією тощо.

В Україні, а також у багатьох народів інших країн світу хліб належить до основних продуктів харчування. В різних країнах його споживають від 90 до 400 г на добу або 32–146 кг на рік залежно від економічних факторів, характеру праці, національних особливостей.

Хлібопекарська промисловість України є однією з основних галузей харчової промисловості, яка за виробничими потужностями, механізацією технологічних процесів, асортиментом спроможна забезпечити населення різними видами хлібних виробів, що має важливе значення для підтримки соціальної стабільності в суспільстві.

З розвитком ринкових відносин у суспільстві відбулось роздержавлення і реструктуризація хлібопекарської галузі, виникла велика кількість пекарень, відроджується домашнє хлібпечення.

У цих умовах набуває першорядного значення виготовлення конкурентоздатної продукції, виробництво якої можуть забезпечити прогресивні ресурсозберігаючі технології.

В основі технології хліба лежать біохімічні, мікробіологічні процеси, тому вона належить до біотехнології. Сучасна технологія є результатом колективного творіння спеціалістів — вчених і практиків протягом століть. Значний внесок у розвиток теорії та практики хлібпечення зробили вчені Л.Я. Ауерман, Л.М. Казанська, Н.П. Козьміна, В.Л. Кретович, Л.І Пучкова, В.О.Пат, українські вчені — Л.І. Ведернікова, Н.І. Берзіна, В.І.Дробот, А.А. Міхелев, І.М. Ройтер, Л.І. Карнаушенко.

Створення і впровадження прогресивних технологій здатні забезпечити тільки висококваліфіковані фахівці.

Підручник «Технологія хлібопекарського виробництва» має за мету сприяти підготовці таких спеціалістів. Зміст підручника відповідає програмі дисципліни «Технологія хлібопекарського виробництва». Матеріал його базується на знаннях, що одержали студенти при вивченні дисциплін природничого, загальноінженерного та інших циклів.

У підручнику розглянуто хімічний склад і технологічні властивості сировини, що використовується у хлібопекарському виробництві, викладені теоретичні основи технології хлібних виробів; висвітлено колоїдні, біохімічні, мікробіологічні процеси, фізико-механічні, структурні перетворення біополімерів на різних стадіях технологічного процесу; викладена сучасна технологія виготовлення хлібних виробів в умовах промислових підприємств і пекарень, розглянуті харчова цінність хлібних виробів і шляхи її підвищення; приділена увага актуальним проблемам галузі в ринкових умовах виробництва; коротко висвітлені питання промислової екології, безпеки харчових

продуктів і безпеки життєдіяльності, вимоги до санітарно-гігієнічних умов виробництва.

Підручник призначений для студентів спеціальності «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів», а також інших спеціальностей, що навчаються за напрямом «Харчова технологія та інженерія» I–IV освітньо-кваліфікаційних рівнів. Він може бути корисним студентам інженерно-економічних факультетів, що готують фахівців для харчової промисловості, а також інженерно-технічним працівникам хлібопекарської промисловості.

Автор висловлює щире подяку ректору Національного університету харчових технологій Гулому І.С., колективу кафедри технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів, співробітникам Центральної виробничо-технологічної лабораторії Укрхлібпрому, колишньому головному інженеру Укрхлібпрому Ф.Н. Іванченку, котрий підготував матеріали, використані в розділі, що висвітлює розвиток хлібопекарської промисловості України, а також підприємствам ВАТ «Київхліб» (генеральний директор П.М. Пархоменко), Укрхлібному (генеральний директор О.М. Васильченко), Укрпродспілки (голова К.П. Старкова) та іншим підприємствам і організаціям, які надали допомогу у виданні цього підручника.

Фракція глютеніну складається з багатьох білкових компонентів, різних за молекулярною масою — від 50000 до 3000000. Ця фракція містить менше, ніж фракція гліадину, залишків глютамінової кислоти і проліну, вона зв'язує біля 80 % ліпідів, що містяться у клейковині.

У сирій клейковині поєднані властивості обох фракцій, що забезпечує її пружність, розтяжність, еластичність. Роботами дослідників не встановлена пряма залежність між співвідношенням гліадину і глютеніну в клейковині та її якістю. Є тільки дані, що одна із глютенінових фракцій, яка нерозчинна в 0,1 н розчині оцтової кислоти, так званий глютенін II, поліпшує структурно-механічні властивості тіста. Можливо, саме відносна кількість цієї фракції в загальній масі глютеніну впливає на реологічні властивості клейковини.

На вихід і якість клейковини впливають генетичні властивості сорту, ґрунтово-кліматичні умови вирощування і визрівання, урожайність зерна. Зерно, вирощене в жарких, сухих умовах, містить сильнішу клейковину, ніж в умовах підвищеної вологості та помірної температури. Високоврожайні сорти зерна мають нижчу білковість.

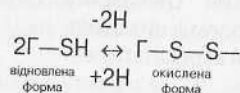
На закінчення процесу формування в зерні білків негативно впливають ранні заморозки. Низьку якість має клейковина борошна із зерна, ушкодженого клопом-черепашкою, пророслого зерна.

Самозігрівання і сушіння зерна при високих температурах призводить до часткової денатурації білків, утворення темної короткорваної клейковини з низькою гідратаційною здатністю. Формування сили пшениць пов'язане з дією ферментів аскорбінооксидази, каталази, поліфенолоксидази у період формування зерна.

Ферменти і сила борошна. У гідратованій масі, якою є клейковина і тісто, активізується дія протеїназ. Внаслідок ферментативного гідролізу порушується третинна і четвертинна структура білків, клейковина і тісто розслаблюються. Оскільки в борошні міститься достатня кількість протеїназ, цей процес в основному залежить від податливості білків протеолізу. На швидкість і глибину протеолізу білків тіста впливають сполуки, що містять сульфгідрильні групи, —SH, а також різного роду окисники.

Вважається, що оскільки в структурі білкових молекул протеїнази є групи —SH, то під дією окисників вони перетворюються у дисульфідні містки —S—S—, і фермент інактивується.

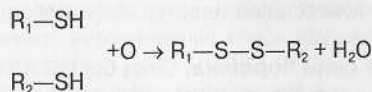
Поряд з цим є обґрунтовані дані про те, що сполуки, які містять групи —SH, діють безпосередньо на білки клейковини, призводячи до змін її фізичних властивостей. До таких сполук належать глютатіон зерна, борошна, дріжджів. Під дією глютатіону клейковина розріджується, розпливається. Такий вплив має лише глютатіон у відновленій формі (Г—SH). Окислювально-відновне перетворення глютатіону відбувається за схемою



Відновлювальну дію мають також залишки амінокислот цистеїну та цистину, що містяться в структурі білкових речовин борошна.

—SH групи протеїназ борошна, а також безпосередньо білкові речовини клейковини та тіста під впливом сполук окислювальної дії (KJO₃, H₂O₂, аскорбіно-

вої кислоти, кисню повітря) здатні окислюватись, при цьому в білках збільшується вміст сульфгідрильних зв'язків, глобули білків ущільнюються



Підвищений вміст протеолітичних ферментів спостерігається в борошні із зерна, ушкодженого клопом-черепашкою. Слина цього шкідника містить активний протеолітичний фермент. У процесі приготування тіста з такого борошна цей фермент руйнує білки, внаслідок чого тісто швидко втрачає пружність і надмірно розпливається.

На процес окислення впливає вміст у борошні ненасичених жирних кислот. Продукти їх окислення — гідропероксиди значно зміцнюють клейковину. Їх дія помітно проявляється при зберіганні борошна.

Вплив вуглеводної та ліпідної фракцій борошна на його силу. Поряд з білково-протеїназним комплексом на фізичні властивості тіста, а значить — силу борошна, впливають вміст у ньому крохмалю, розміри крохмальних зерен, ступінь їх ушкодженості. Відомо, що нативні крохмальні зерна поглинають приблизно 0,3 г води на 1 г крохмалю. У борошні масова частка крохмалю становить близько 70 %, тому значна частка води у тісті (приблизно 46 %) зв'язується саме крохмалем. У борошні зерна крохмалю різні за розміром. Порівняно з крупними, дрібні зерна мають більшу сумарну питому поверхню, на якій адсорбується вода, це збільшує кількість зв'язаної води у тісті. Ще більшу водопоглинальну здатність мають зерна крохмалю, пошкоджені при помелі (2–3 г/1 г). Фактор поглинання води крохмалем у значній мірі впливає на консистенцію тіста, а, значить, на його структурно-механічні властивості, які й визначають силу борошна.

Конкурентом білкам при поглинанні води є також пентозани. У пшеничному борошні міститься 2,1–6,5 % на СР пентозанів, у тому числі 20–24 % водорозчинних. Водорозчинні пентозани утворюють в'язкий розчин, а нерозчинні — набухають і разом з розчинними зв'язують біля 1/3 води у тісті.

Дослідженнями встановлено, що нерозчинні у воді пентозани значно підвищують силу борошна з м'яких пшениць. При додаванні до цього борошна 2 % нерозчинних пентозанів пружність тіста підвищувалась на 35–50 %.

Дослідники, що вивчали проблему впливу пентозанів на силу борошна, вважають, що пентозани поліпшують силу борошна внаслідок їх взаємодії з білками клейковини.

Значний вплив на силу борошна мають ліпіди, що містяться в ньому. Складні ліпіди — фосфоліпіди, гліколіпіди та ліпопротеїди беруть участь у структурі складових частин борошна і певним чином впливають на їх властивості. Так, наприклад, ліпопротеїди, як хімічні сполуки складу ліпід — білок є прошарком між молекулами білків клейковини, вони поліпшують її еластичність (рис. 3.4).

Гліколіпіди входять до комплексу гліадин — гліколіпід — глютенін, який також є структурним елементом клейковини й обумовлює газотримуючу здатність тіста.



Рис. 3.4. Передбачувана модель структури півки клейковини

До структурних елементів клейковини відносять також фосфоліпіди.

Таким чином, як вуглеводна, так і ліпідна фракції борошна беруть участь у формуванні структурно-механічних властивостей клейковини і тіста, а отже впливають на силу борошна.

Технологічне значення сили борошна. Сила борошна забезпечує утворення тіста з певними структурно-механічними властивостями та характер їх зміни у процесі визрівання тіста і вистоювання тістових заготовок. Сила борошна обумовлює кількість води, що поглинається складовими борошна при утворенні тіста нормальної консистенції. Сила борошна забезпечує газоутримуючу здатність тіста, збільшення об'єму тістових заготовок у вистойці. Вона визначає об'єм хліба і формоутримуючу здатність подових виробів. Тобто сила борошна є основним фактором, що визначає хлібопекарські достоїнства пшеничного борошна. Залежно від сили борошна встановлюються параметри технологічного процесу виготовлення тих чи інших виробів: температура і тривалість бродіння напівфабрикатів, тривалість вистоювання тістових заготовок та ін.

Методи оцінки сили борошна*. Силу борошна оцінюють за кількістю і якістю клейковини, водопоглинальною здатністю, структурно-механічними властивостями тіста.

Кількість клейковини визначають шляхом відмивання її з тіста, приготуваного з 25 г борошна вологістю 14,5 % і 13 см³ водопровідної води з температурою 18 ± 2 °C вручну. Треба мати на увазі, що на кількість клейковини, відмитої вручну, впливають крупність борошна, тривалість відлежування тіста після замішування, температура і якість води, спосіб і тривалість відмивання. Тепла, а також дистильована вода знижують кількість клейковини із-за розчинності в ній гліадину. У жорсткій воді відмивається більше клейковини. На відміну від прийнятого в Україні методу відмивання клейковини у воді, міжнародними стандартами (ИСО-5531) передбачається відмивання клейковини буферним розчином кухонної солі. Існують методи відмивання клейковини за допомогою приладів «Глютенекс» швейцарської фірми «Бюлер», «Глютоматік» (фірма «Партен інструмент АВ», Швеція), МОК-1 та інших.

Міжнародною Асоціацією хіміків у галузі зернових стандартизовано метод оцінки якості клейковини приладом Глютоматік (Glutomatic). Метод розроблений шведським ученим Х. Пертеном. На цьому приладі визначають кількість сирової клейковини та її якість. Якість оцінюють показником, що має назву «індекс клейковини (ІК)». Вважається, що для хлібопечення оптимальним є зерно з показником ІК від 60 до 90. ІК визначається як відношення кількості клейковини, що залишилась на ситі приладу після центрифугування, до її загальної кількості.

Чим вищий вміст у борошні клейковини при однаковій її якості, тим більший об'єм хліба.

Якість клейковини оцінюють за її кольором, розтяжністю, еластичністю, пружністю, розпливанням кульки у часі. Важливим показником якості є гідратаційна здатність, тобто здатність поглинати воду.

На практиці за основні показники якості клейковини прийняті розтяжність над лінійкою і показник пружності, який визначається на приладі ИДК-1 або ИДК-2. Середнє за силою борошно містить клейковину, що має пружність за ИДК 80–100 од., розтяжність — у межах 13–18 см, слабке — більше 100 од. і 20 см відповідно.

* Методи оцінки сили борошна докладно описані в лабораторних практикумах.

При оцінці сили борошна за структурно-механічними властивостями тіста визначають його пружність, пластичність, в'язкість і еластичність.

Пружність — здатність тіста відновлювати форму після деформації. Пружність обумовлює вирівнювання слідів від натискування пальцями на поверхню пшеничного тіста.

Пластичність — властивість тіста сприймати і зберігати деформацію після зняття навантаження. Внаслідок пластичності заготовки із пшеничного тіста зберігають надану їм форму.

В'язкість — це опір, що виникає всередині тіста в процесі його руху.

Еластичність — властивість тіста зазнавати значних деформацій без руйнування структури (наприклад, після розтягування сира клейковина знову стискається).

Для визначення структурно-механічних властивостей тіста застосовують такі прилади, як фаринограф, валориграф, пенетрометри, пластометр, реотест, екстенсометр тощо.

На пенетрометрах визначають консистенцію тіста за глибиною занурення (пенетрації) в нього тіла занурення, що має певну форму, за певний час і під визначеним навантаженням.

Принцип роботи фаринографа фірми «Брабендер» (Швеція) полягає у визначенні опору тіста місильному органу при його формуванні та у подальшому циклі бродіння. Певною конструктивною системою цей опір передається стрілку самописця, що записує криву — фаринограму.

Принцип роботи валориграфа (Угорщина) аналогічний.

Фаринограма (рис. 3.5) характеризує такі властивості тіста:

- консистенцію, максимальне значення її на фаринограмі позначене розміром «а». На рисунку видно, що консистенція збільшується на початку замішування до певного максимуму, деякий час залишається незмінною, після чого поступово знижується.

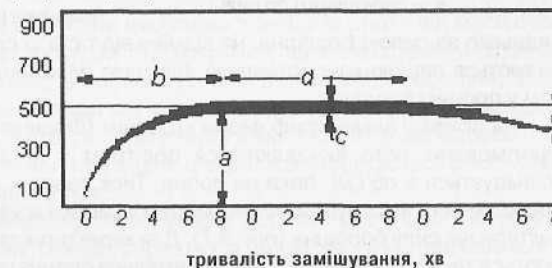


Рис. 3.5. Схема фаринограми замішування тіста

У дослідженнях сили борошна рекомендується випробування вести при постійному значенні максимуму консистенції тіста, що позначений на сітці фаринограми цифрою 500;

- тривалість утворення тіста, тобто час, протягом якого величина консистенції тіста досягне свого максимуму. Числове значення цього показника позначене розміром «b»;
- еластичність і розтяжність тіста характеризуються шириною смужки кривої (амплітудою коливання пера самописця). Максимальне числове значення цих властивостей тіста на фаринограмі позначені розміром «с»;
- стабільність або стійкість тіста — тривалість збереження тістом максимального рівня консистенції при замішуванні. Числове значення цього показника позначене розміром «d»;
- розрідження тіста — різниця між величиною максимальної консистенції

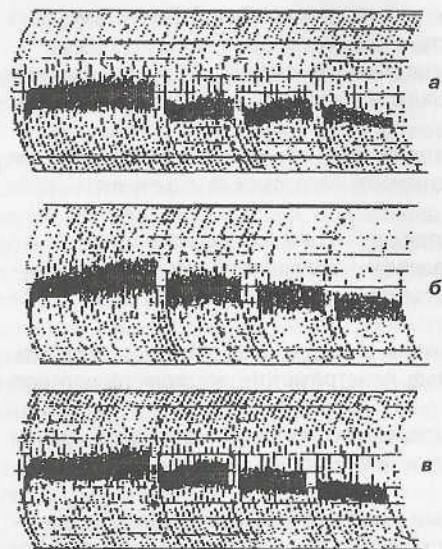


Рис. 3.6. Фаринограми динаміки структурно-механічних властивостей тіста протягом 3 год. бродіння, виготовленого з борошна: а — слабого, б — сильного, в — середнього по силі

середнього за силою борошна, на відміну від тіста із слабого борошна, характеризуються вищою консистенцією, більшою еластичністю і меншим розрідженням у процесі бродіння.

На приладі альвеограф фірми «Шопен» (Франція) замішане і певним чином сформоване тісто вичавлюється повітрям у вигляді пухиря, що постійно збільшується в об'ємі, поки не лопне. Тиск повітря, що створюється у процесі дослідження, реєструється самописцем у вигляді кривої — альвеограми, яка і характеризує силу борошна (рис. 3.7). Для характеристики альвеограм використовуються такі показники: $P_{\text{альв.}}$ — максимальна ордината альвеограми, що відображає пружність тіста; $L_{\text{альв.}}$ — абсциса альвеограми — розтяжність тіста; $W_{\text{альв.}}$ — площа альвеограми — питомі витрати енергії на деформацію тіста, Дж. 10^{-4} .

Чим сильніше борошно, тим більші величини $P_{\text{альв.}}$ і $W_{\text{альв.}}$.

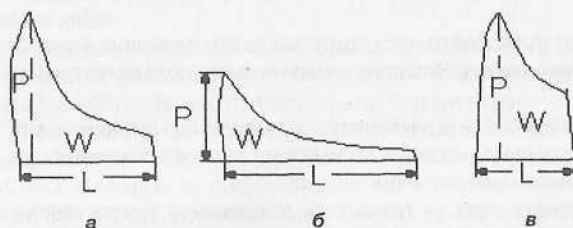


Рис. 3.7. Альвеограми сильного борошна (а), слабого борошна (б) і борошна зі зниженою розтяжністю клейковини (в)

Для тіста із борошна з низьким вмістом клейковини та пониженою розтяжністю характерним є недостатня збалансованість відношення її пружності (P) до розтяжності (L). При альвеографуванні воно виражається підвищеними значеннями відношення P/L .

тіста, що була досягнута при замішуванні, та консистенції в кінці замішування. Числове значення цього показника позначене розміром «е».

Чим сильніше борошно, тим більші на фаринограмі значення а, b, c, d і тим менше значення е.

За допомогою фаринографа чи валориграфа можна дослідити зміни структурно-механічних властивостей тіста у процесі бродіння.

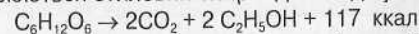
На рис. 3.6 наведено фаринограми тіста з слабого (а), сильного (б) і середнього за силою борошна (в) у процесі тригодинного бродіння. Перший відрізок кривої фаринограми характеризує зміни структурно-механічних властивостей тіста в процесі його замішування протягом 12 хв, другий, третій і четвертий — у процесі шестихвилинного його обминання після 1, 2, 3 год бродіння відповідно. Криві фаринограм тіста з сильного і середнього

3.1.2. Газоутворювальна здатність борошна

Газоутворювальна здатність характеризує спроможність борошна забезпечити цукрами процеси бродіння тіста, вистоювання тістових заготовок і забарвлення скоринки хліба.

Газоутворювальна здатність борошна обумовлена станом його вуглеводно-амілазного комплексу.

У дріжджовому тісті внаслідок зброджування дріжджами цукрів борошна утворюються етиловий спирт і диоксид вуглецю:



Диоксид вуглецю розпушує тісто, обумовлює пористість м'якушки хліба. Спирт частково звірюється, решта бере участь у формуванні смаку хліба. Інтенсивність бродіння, а значить, і кількість виділеного газу залежать від вмісту в тісті власних цукрів борошна і таких, що утворюються при гідролітичному розщепленні крохмалю амілолітичними ферментами.

Показником газоутворювальної здатності прийнято вважати кількість кубічних сантиметрів диоксиду вуглецю, що виділився за 5 год бродіння тіста із 100 г борошна вологістю 14 %, 60 мл води і 10 г дріжджів при температурі 30 °С. Борошно вищого і першого сорту нормальної якості має газоутворювальну здатність 1300–1600 см³ CO₂.

Газоутворювальна здатність пшеничного борошна другого сорту і обойного вища, ніж вищого і першого сортів внаслідок значно більшого вмісту в цих сортах власних цукрів, що вносяться з оболонками, алейроновим шаром і зародком зерна при їх формуванні.

На весь цикл приготування хліба необхідно 5,5–6,5 % цукрів від маси сухих речовин борошна. Частина цих цукрів зброджується під час визрівання тіста і вистоювання тістових заготовок, а частина (2–3 % від маси СР борошна) залишається. Вільні незброджені цукри під час випікання вступають у взаємодію з білками і продуктами їх розкладу, в першу чергу з амінокислотами, відбувається реакція меланоїдиноутворення. Внаслідок цієї реакції утворюються меланоїдини, які забарвлюють скоринку хліба.

При низькому вмісті незброджених цукрів у тісті хліб має слабо забарвлену скоринку. Тому ще здавна пекарі борошно з низькою газоутворювальною здатністю називали «міцним на жар».

Фактори, що формують газоутворювальну здатність борошна.

Газоутворювальна здатність борошна залежить від вмісту в ньому власних цукрів і цукроутворювальної здатності, яка обумовлюється активністю амілолітичних ферментів, податливістю крохмалю амілолізу тощо. Вміст власних цукрів у борошні залежить від його виходу. Чим більший вихід борошна, тим більше в ньому міститься власних цукрів.

У борошні вміст власних цукрів незначний — 0,7–1,8 % на сухі речовини. Це в основному глюкоза, фруктоза, мальтоза, сахароза, рафіноза. Цієї кількості цукрів вистачає лише на початку бродіння. Подальше бродіння забезпечується цукрами, що утворюються в тісті із крохмалю під дією ферменту β-амілази, тобто від цукроутворювальної здатності борошна.

Фактори, що впливають на газоутворювальну здатність борошна, наведені на рис. 3.8.

Научно уявлення про кінетику газоутворення дає графік, наведений на рис. 3.9. На ньому чітко відображено перехід дріжджів після зброджування власних



Рис. 3.8. Фактори, що впливають на газоутворювальну здатність борошна

цукрів борошна на зброджування мальтози, а також показано сумарне виділення CO_2 в часі.

Під цукроутворювальною здатністю борошна розуміють здатність приготовленої з цього борошна водно-борошняної суспензії утворювати при встановленій температурі за певний час ту чи іншу кількість мальтози. За показник цукроутворювальної здатності (за методом Рамзей-ВНДІЗ) вважають кількість міліграмів мальтози, що утворилася у водно-борошняній суспензії з 10 г борошна і 50 мл води за 1 годину настоювання при 27 °С.

Пшеничне борошно вищого і першого сортів нормальної якості має цукроутворюючу здатність 275–300 мг мальтози на 10 г борошна. Цукроутворююча здатність, менша за 180–200 мг мальтози на 10 г борошна, вважається низькою.

Цукроутворювальна здатність залежить від активності амілолітичних ферментів, крупності борошна, характеру і стану крохмальних зерен, тобто від стану вуглеводно-амілазного комплексу борошна.

У пшеничному борошні нормальної якості у достатній кількості міститься β -амілаза. Оскільки в результаті гідролітичного розкладу крохмалю борошна під дією β -амілази в тісті накопичується мальтоза і високомолекулярні декстрини,



β -амілазу називають ще цукроутворювальним ферментом. Мальтоза, що утворилася в тісті з крохмалю борошна, і є основним цукром, що забезпечує процес бродіння і виділення діоксиду вуглецю.

Зважаючи на те, що в пшеничному борошні β -амілаза міститься в достатній кількості, можна зробити висновок, що його цукроутворювальна здатність залежить в основному від податливості крохмалю амілолізу.

Податливість крохмалю амілолізу залежить від крупності борошна, стану крохмальних зерен, ступеню їх ушкодження, теплової денатурації (клейстеризації). У пшеничному борошні містяться різні за розміром крохмальні зерна. У борошні нормальної якості вміст дрібних і середніх за величиною зерен (до 15 мкм) складає близько 7,0 %. Дрібні за розміром частинки борошна, ушкоджені зерна крохмалю у своїй масі мають більшу питому поверхню, тому вони у більшій мірі піддаються дії β -амілази, ніж крупні та неушкоджені зерна. Тому чим дрібніші частинки борошна, чим більш ушкоджені зерна крохмалю, тим більша атакуємість їх β -амілазою. Є дані, що атакуємість дрібної фракції крохмалю β -амілазою у 5 разів, а розтертої в ступці — у 16 разів вища, ніж крупної фракції.

Найбільш податливим амілолізу є клейстеризований крохмаль. Його атакуємість β -амілазою перевищує атакуємість нативного крохмалю більше, ніж у 350 разів.

При наявності в тісті β -амілази і α -амілази (борошно з пророслого зерна) цукроутворювальна здатність борошна значно зростає. Це пояснюється тим, що під дією α -амілази з крохмалю поряд з мальтозою утворюються низькомолекулярні декстрини, які β -амілаза легко розщеплює до мальтози. Тому борошно з пророслого зерна має надмірно високу цукро- і газоутворювальну здатність. Утворення надмірної кількості цукрів у тісті небажане. Це може призвести до відшарування скоринки хліба, надмірного її забарвлення навіть при температурі, що не забезпечує пропеченість хліба.

Таким чином, газоутворювальна здатність пшеничного борошна залежить від вмісту власних цукрів, але в більшій мірі обумовлена його цукроутворювальною здатністю. Саме накопичення цукрів під час бродіння тіста, вистоювання тістових заготовок, випікання обумовлює достатнє газоутворення на всіх стадіях приготування тіста і в перший період випікання, а також реакцію меланоїдиноутворення, що забезпечує необхідне забарвлення скоринки хліба.

Роль газоутворювальної здатності у технологічному процесі. Газоутворювальна здатність борошна має велике значення при виготовленні хлібних виробів, до рецептури яких не входить цукор. Величина показника газоутворювальної здатності дає можливість передбачити інтенсивність бродіння тіста, збільшення його об'єму, хід вистоювання, об'єм хліба, розпушеність м'якушки (пористість), а також забарвлення скоринки.

Виходячи з цього, можна встановити оптимальні параметри технологічного процесу виготовлення виробів: температуру і термін бродіння тіста, термін вистоювання тістових заготовок, температуру і термін випікання хліба.

При недостатній газоутворювальній здатності борошна спостерігається низька інтенсивність бродіння, погана розпушеність тіста, у вистойці тістові заготовки не набирають необхідного об'єму, випечений з такого борошна хліб має малий об'єм, низьку пористість, бліду скоринку.

Для визначення газоутворювальної здатності борошна застосовують прилади, робота яких базується на вимірюванні об'єму газу, що виділяється у процесі бродіння тіста при постійних температурі та тиску, — волюмометричним способом, або приладах, які вимірюють тиск газу при постійному об'ємі — манометричним способом. У країнах СНД найбільш поширеним є прилад АГ, яким вимірюють об'єм CO_2 , що виділяється за певний час бродіння.

3.1.3. Колір борошна і здатність його до потемніння у технологічному процесі

Колір борошна обумовлює колір м'якушки хліба, тобто впливає на його споживацьку якість. Тому він є одним із показників хлібопекарських достоїнств борошна.

Колір борошна визначається кольором ендосперму зерна, вмістом периферійних частинок зерна, що містять пігментний шар. На нього впливають крупність борошна, його вологість. Крупне борошно, а також борошно з більш високою вологістю має дещо темніший колір.

На колір борошна впливає вміст каротиноїдів ендосперму, саме вони надають борошну приємного кремового забарвлення. Будучи за хімічною природою сильно ненасиченими сполуками, каротиноїди легко окислюються та знебарвлюються.

Іноді з окремих партій борошна, що має світлий колір, одержують хліб з затемненою м'якушкою.

Потемніння борошна у процесі приготування виробів відбувається внаслідок утворення темнозабарвлених сполук — меланінів (продуктів окислення киснем повітря амінокислот тирозину і феніланіну під дією ферменту поліфенолоксидази (тирозидази). Саме меланіни, що утворилися, забарвлюють як тісто, так і м'якушку хліба в сірий колір. У протіканні цієї реакції основна роль належить вмісту вільного тирозину. Фермент поліфенолоксидаза у борошні завжди присутній у достатній кількості.

За даними колишнього ВНДХП, у пшеничному борошні II сорту міститься від 1,3 до 1,7 мг вільного тирозину на 100 г борошна. По мірі збільшення його кількості збільшується схильність борошна до потемніння.

Підвищену здатність до потемніння має борошно з пророслого, самозрілого, ушкодженого клопом-черепашкою зерна.

3.1.4. Крупність борошна як складова його хлібопекарських властивостей

Для кожного сорту борошна характерна певна крупність його частинок. Установлені нормативи крупності за сортами борошна. Крупність контролюється за залишком і проходом борошна через одне або два сита певного розміру: наважку масою 50–100 г просіюють через певні сита протягом 10 хв.

Чим вищий сорт борошна, тим дрібніші його частинки. Так, для борошна пшеничного I сорту залишок на ситі № 35 має бути не більше 2 %, а прохід крізь сито № 38 — не менше 80 %, тоді як для обойного борошна залишок на ситі № 067 — 2 %, а прохід крізь сито № 38 — 35 %. Але ці норми крупності не відображають дійсного співвідношення частинок різного розміру та їх якості в межах одного сорту.

У процесі подрібнення зерна пшениці при руйнуванні клітин ендосперму утворюються різні за розміром фракції: дрібні частинки, які складаються з дрібних і пошкоджених зерен крохмалю, проміжного білка; крупніші — це більш крупні зерна крохмалю, окремі фрагменти клітин ендосперму і ще більші

частинки, що є комплексами клітин, частини оболонки (рис. 3.10). Так, основними компонентами пшеничного борошна є вільні крохмальні зерна величиною від 1 до 50 мкм, частинки проміжного білка від 1 до 12 мкм, окремі клітини та агрегати клітин ендосперму величиною від 40 до 150 мкм, частинки оболонки розміром від 40 до 240 мкм.

Ступінь подрібнення в межах одного сорту борошна залежить від виду зерна. Борошно одного сорту, вироблене з твердої, м'якої та скловидної пшениці, має різний фракційний склад частинок. Це пов'язано з тим, що на крупність борошна впливає консистенція ендосперму, технологія помелу, тип подрібнюючих машин. Від цих факторів у значній мірі залежить вміст пошкоджених крохмальних зерен.

Борошно з м'якої пшениці має менші розміри частинок, ніж борошно з твердих і скловидних пшениць. За даними І.Т.Мерко, збільшення механічного ушкодження крохмальних зерен борошна з середньо і низько скловидної пшениці з 5 до 15 і з 4,2 до 12,4 % відповідно позитивно впливає на його хлібопекарські властивості та якість хліба.

У звичайному хлібопекарському борошні вищого і I сортів приблизно половина частинок має розміри менші 40–50 мкм, а решта — в межах від 40–50 до 190–240 мкм. У пшеничному обойному борошні біля 67 % частинок мають розмір більший 200 мкм, а 15 % — більший 600 мкм.

Є тісний зв'язок крупності помелу з хімічним складом борошна і, отже, з його хлібопекарськими властивостями.

Зі ступенем подрібнення зерна (крупністю борошна) пов'язана сумарна площа поверхня одиниці маси борошна. Так, за даними Н.П.Козьміної, 1 г борошна вищого сорту має питому поверхню 3082, першого сорту — 2881, другого сорту — 2511 см².

Крупність борошна, а значить величина його питомої поверхні, впливає на швидкість біохімічних і фізико-хімічних процесів. Саме з крупністю борошна пов'язане поглинання борошном кисню при зберіганні, швидкість набухання частинок, водопоглинальна здатність, атакуємість ферментами, цукро- і газоутворювальна здатності, швидкість формування тіста.

Ушкоджені гранули крохмалю набухають уже після 0,5 с контакту з водою і поглинають значно більше води, ніж неушкоджені. Є дані, що при збільшенні в

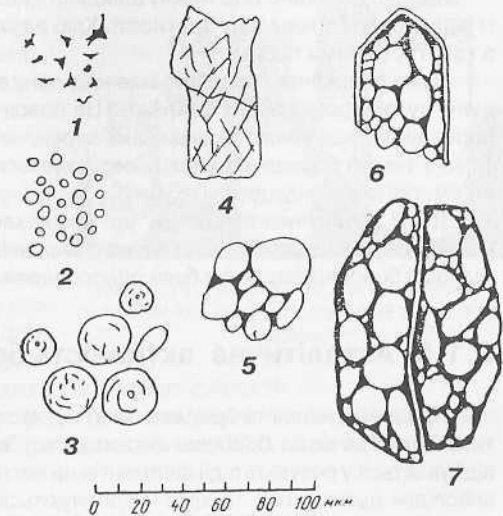


Рис. 3.10. Складові елементи пшеничного борошна:

1 — пластинки проміжного білка, 2 — дрібні зерна крохмалю, 3 — крупні зерна крохмалю, 4 — частинки клітинних оболонок ендосперму, 5 — проміжний білок і крупні зерна крохмалю клітини ендосперму, 6 — частинки ендосперму з оболонкою, 7 — дві призматичні клітини ендосперму. Білок позначено чорним

борошні кількості ушкоджених зерен крохмалю з 2,1 до 4,6 % водопоглинальна здатність борошна збільшується на 3,7 %. Але поряд зі зростанням водопоглинальної здатності борошна зі збільшенням вмісту ушкоджених крохмальних зерен погіршуються структурно-механічні властивості тіста, воно більше розріджується.

Крупне борошно має нижчу швидкість набухання, меншу водопоглинальну і гіршу газоутворювальну здатності. Хліб з такого борошна має грубу м'якушку з товстостінними порами.

Дуже подрібнене борошно має надмірну водопоглинальну здатність, підвищену цукроутворювальну здатність. Це пояснюється великим вмістом у такому борошні пошкоджених крохмальних зерен, які легко піддаються дії ферментів. Тісто з такого борошна швидко розріджується, розпливається. Хліб має малий об'єм, погано розпушену м'якушку.

Деякі дослідники вважають, що кращі хлібопекарські властивості має борошно, що складається з частинок розміром 60–100 мкм. Бажано, щоб в одному сорті борошна частинки були однорідними за розміром.

3.1.5. Автолітична активність борошна

При замішуванні та бродінні тіста, під час випікання тістових заготовок частина сухих речовин борошна переходить у водорозчинний стан. Цей процес відбувається у результаті дії ферментів на високомолекулярні сполуки борошна, внаслідок цього в тісті та хлібі накопичуються продукти їх деполімеризації, які впливають на якість виробів, особливо на стан м'якушки.

Здатність борошна утворювати при прогріванні водно-борошняної суспензії певну кількість водорозчинних речовин характеризують терміном «автолітична активність» («авто» — само, «лізис» — розчинність). Основну роль у накопиченні водорозчинних речовин відіграє α -амілаза. Під її дією в процесі випікання тістових заготовок накопичуються низькомолекулярні декстрини, які надають липкості м'якушці хліба, особливо з житнього борошна. Тому для житнього борошна автолітична активність є основним показником, що характеризує його хлібопекарські властивості.

Цей показник виразно характеризує також хлібопекарські властивості пшеничного борошна із зерна низької якості — пророслого, недозрілого тощо.

Інтенсивність процесу автолізу залежить від активності ферментів і податливості субстрату.

Поширеними методами визначення автолітичної активності є метод автолітичної проби і метод експрес-випічки. За цими методами автолітична активність борошна оцінюється за кількістю водорозчинних речовин, що утворюються при температурах, близьких до температурних умов випікання хліба, які визначають за допомогою прецизійного рефрактометру.

Виражають автолітичну активність кількістю водорозчинних речовин у процентах на сухі речовини борошна. У пшеничному борошні в разі нормального вмісту клейковини середньої та хорошої якості після 15 хв автолізу водно-борошняної суспензії на водяній бані автолітична активність має бути не більше (% на СР): вищого сорту — 29, I і II сорту — 30. Вищу автолітичну активність має борошно з пророслого або недозрілого зерна, в якому міститься активна α -амілаза. При звичайному веденні технологічного процесу хліб з такого борошна мо-

же мати липку, з пустотами м'якушку внаслідок зниженої здатності низькомолекулярних декстринів поглинати воду.

Останнім часом у практику хлібопечення України впроваджується метод визначення на спеціальному приладі (рис. 3.11) числа падіння (показник в'язкості), який запропонований шведським вченим Хагбергом і широко застосовується за кордоном. Цей показник характеризує активність α -амілази за ступенем розрідження клейстеризованої у киплячій водяній бані водно-борошняної суспензії. Для його визначення застосовується спеціальний прилад, на якому визначають тривалість падіння штоку у клейстеризованій водно-борошняній суспензії. Ця тривалість залежить від в'язкості суспензії.

Згідно нормативної документації на борошно, пшеничне число падіння має бути: для сортового пшеничного борошна не менше 160 с, обойного — 105 с.

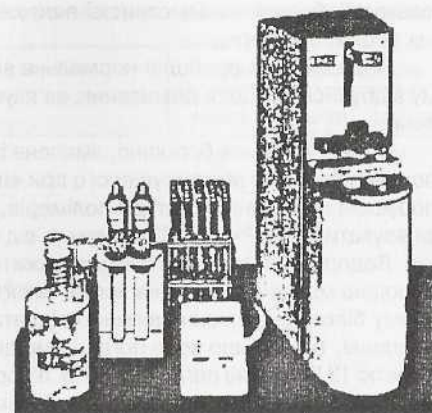


Рис. 3.11. Прилад ПЧП для визначення автолітичної активності борошна за числом падіння

3.1.6. Водопоглинальна здатність борошна

Під час змішування з водою борошно поглинає певну кількість води. Властивість борошна зв'язувати воду характеризується поняттям водопоглинальна здатність (ВПЗ).

За показник водопоглинальної здатності прийнято вважати кількість води, яку спроможне поглинути борошно під час утворення тіста нормальної консисценції, тобто достатньо пружного, не липкого. Цей показник виражається у процентах до маси борошна.

Визначається ВПЗ за формулою

$$x = G_n / (G_m - G_n) \cdot 100,$$

де x — ВПЗ; G_n — маса води, поглинутої під час замішування тіста; G_m — маса тіста, що утворилась.

Кількість води, яку здатне поглинути борошно, пов'язана з його хімічним складом, вмістом у борошні полімерів, здатних до набухання — білків, крохмалю, пентозанів, клітковини, їх станом, з величиною площі поверхні адсорбування вологи. Тому ВПЗ борошна залежить від сорту борошна, ступеню його дозрівання, вологості, крупності частинок. Тонко подрібнене борошно із одного і того ж зерна однакового виходу має вищу водопоглинальну здатність, ніж крупне борошно внаслідок більшої площі загальної поверхні частинок.

Середня водопоглинальна здатність пшеничного борошна вищого сорту — 50, першого сорту — 52, другого сорту — 56, обойного — 60 % до маси борошна.

Більша ВПЗ борошна низьких сортів пов'язана із вмістом у ньому значної

кількості оболонкових частинок і пентозанів, які здатні зв'язувати більше води, ніж крохмальні зерна.

Борошно, що пройшло нормальне відлежування після помелу, тобто в якому відбулися процеси дозрівання, зв'язує води на 5–10 % більше, ніж свіжеземлене.

Низьку ВПЗ має борошно, змелене із зерна пророслого, ушкодженого клопом-черепашкою або висушеного при високих температурах. У такому борошні порушені природні структури полімерів, внаслідок чого знизилась їх здатність зв'язувати воду. Тобто ВПЗ залежить від сили борошна.

Водопоглинальна здатність залежить від виду борошна. Пшеничне обойне борошно має вищу ВПЗ, ніж житнє такого ж виходу внаслідок більшого вмісту в ньому білкових речовин і вищої їх гідратаційної здатності. Чим нижча вологість борошна, тим більше воно поглинає води. Так, пшеничне борошно I сорту з вологістю 12 % здатне поглинути 71,5, а борошно з вологістю 14 % — 66 % води до маси борошна. Тому при визначенні кількості води на замішування тіста береться до уваги вологість борошна.

Надмірно сухе борошно має низьку водопоглинальну здатність. Тому при розрахунку рецептур, якщо фактична вологість борошна менша за 12 %, її прирівнюють до 12 %.

Водопоглинальна здатність має велике технологічне значення, вона впливає на вихід тіста і хліба. Недодання 1 л води на 100 кг борошна знижує вихід хліба приблизно на 1,0 %.

Найбільш об'єктивно ВПЗ борошна можна визначити за допомогою валориграфа або фаринографа.

3.1.7. Оцінка якості пшеничного борошна за пробним випіканням

Комплексну характеристику хлібопекарських властивостей борошна одержують шляхом проведення пробного випікання. Згідно зі стандартом на проведення пробної випічки тісто готують безопарним способом. Якість випеченого хліба визначають через 4 год після випікання. Оцінюють правильність форми хліба, формостійкість (відношення висоти до діаметру), колір скоринки (бліда, золотисто-жовта, світло-коричнева, коричнева, темно-коричнева), стан поверхні скоринки: гладенька, нерівна (із здуттями, бугриста, з тріщинами або підривами). Тріщинами вважають розриви, що проходять через всю верхню скоринку в одному або кількох напрямках.

Оцінюють колір м'якушки (білий, світло-сірий, темний). Звертають увагу на рівномірність забарвлення м'якушки. Оцінюють пористість м'якушки, рівномірність або нерівномірність пор, їх крупність (дрібні, середні, крупні), товщину стінок пор (товсто- або тонкостінні). Визначають еластичність м'якушки, натискаючи на неї пальцями, характеризують її як хорошу, середню або погану. Звертають увагу на липкість м'якушки. Оцінюють також смак, аромат, наявність хрусту.

Із борошна з хорошими хлібопекарськими властивостями одержують хліб хорошого об'єму, з м'якою, тонкостінною і рівномірною пористістю, еластичною м'якушкою. Зведені показники хлібопекарських властивостей сортового пшеничного борошна нормальної якості показані в табл.3.1.

Таблиця 3.1. Показники хлібопекарських властивостей пшеничного борошна

Показник	Норми для сорту борошна		
	вищого	першого	другого
Водопоглинальна здатність, %	50	52	56
Газоутворювальна здатність, см ³ CO ₂ /100 г борошна			
низька, менше	1300	—	—
нормальна	1300–1600	—	—
висока, більше	1600	—	—
Цукроутворювальна здатність, мг мальтози /10 г борошна			
нормальна	275–300	—	—
знижена, менше	180–200	—	—
«Сила борошна» за розпливанням кульки з 100 г тіста за 3 год вилежування, мм			
сильне, не більше	83	—	—
середнє	83–97	—	—
слабке, більше	97	—	—
Автолітична активність на СР, %, не більше:			
при нормальному вмісті клейковини хорошої або задовільної якості	29	30	30
при зниженому вмісті та задовільній якості клейковини	20	20	25
Колір борошна і здатність темнішати за 6 год автолізу, % до початкової білості, не більше	10	20	30
<u>Якість хліба за результатами пробного випікання</u>			
Об'ємний вихід хліба з 100 г борошна, см ³ , не менше	400	400	350
Формостійкість (відношення висоти до діаметру подового хліба),	0,40	0,40	0,35

3.1.8. Хлібопекарські властивості пшеничного борошна із зерна зниженої якості

Борошно із пророслого зерна містить активні амілолітичні та протеолітичні ферменти. Внаслідок цього воно має високу газо- і цукроутворювальну здатність, надмірно високу автолітичну активність, низьку газоутримуючу здатність. Таке борошно слабке за силою.

У тісті накопичуються продукти гідролізу крохмалю і білків — декстрини, цукри, поліпептиди, які є водорозчинними речовинами і розріджують тісто. Хліб з такого борошна має низький об'єм, липку з нерівномірною пористістю м'якушку. Скоринка його дуже темно забарвлена, іноді має здуття.

Борошно із зерна, ушкодженого клопом-черепашкою, має високу активність протеолітичних ферментів, які руйнують клейковину, високу автолітичну активність. Клейковина з такого борошна слабка, нееластична, липка, при відлежуванні різко погіршується її якість. Тісто має низьку формоутримуючу здатність. Хліб з такого борошна має розпливчату форму, низький об'єм і пористість, нееластичну м'якушку.

Борошно з морозобійного зерна має такі ж хлібопекарські властивості, як і борошно з пророслого зерна. У ньому не закінчилися процеси формування зерна, тому активність ферментів висока. Таке борошно слабке за силою. З нього відмивається мало клейковини, за якістю вона короткорвана або крихка. Хліб з цього борошна має малий об'єм, липку м'якушку темного кольору.

Борошно із зерна, підданого самозигріванню, або такого, що висушували при високих температурах, має низьку активність ферментів, білки в ньому набули передденатураційних змін, тому клейковини відмивається мало, вона короткорвана. Газоутворювальна здатність такого борошна достатня, але скоринка хліба бліда через обмаль продуктів гідролізу білків, необхідних для реакції меланоїдиноутворення. Об'єм хліба малий, форма кулеподібна, пористість товстостінна, малорозвинена.

При виробництві хліба з борошна, виготовленого із зерна зниженої якості, застосовують спеціальні технологічні заходи, спрямовані на поліпшення його хлібопекарських властивостей, а також використовують різні харчові добавки. Вибір добавок залежить від характеру зниження якості борошна.

3.2. Хлібопекарські властивості житнього борошна

Порівняно з пшеничним житній хліб має менший об'єм, темніше забарвлення, менше відношення висоти до діаметру (формостійкість). При визначенні його споживацьких якостей найважливіше значення мають структурно-механічні властивості м'якучки — ступінь її липкості, заминаємості, вологість чи сухість на дотик. Ці відмінності в якості житнього хліба обумовлені особливостями хімічного складу і хлібопекарських властивостей житнього борошна.

Житнє борошно при вологості 14 %, залежно від сорту, містить, %: 7,0–11,0 — білкових речовин, 70–77 — вуглеводів, 1,1–2,1 — жирів, 0,6–1,6 — мінеральних речовин. Вуглеводи цього виду борошна представлені крохмалем, цукрами, розчинними (слизнями) і нерозчинними пентозанами і клітковиною.

Розмір зерен житнього крохмалю коливається від 14 до 50 мкм. На відміну від зерен пшеничного крохмалю, вони захищені набухаючими речовинами (слизнями тощо), внаслідок чого мало пошкоджуються під час помелу борошна. Біополімери крохмалю амілоза і амілопектин складають приблизно відповідно 23 і 77 %. Крохмаль жита клейстеризується при температурі 55–57, тоді як пшеничний — при 62–65 °С, і утворює більш в'язкий, повільніше старіючий клейстер.

Вміст власних цукрів у житньому борошні становить 4,5–7 % на СР. Це в основному сахароза (4–6 % від маси борошна) решта — 0,2–0,4 % — редуруючі цукри: глюкоза, фруктоза, мальтоза.

Поряд з крохмалем і цукрами у житньому борошні містяться так звані гумі речовини, що являють собою високомолекулярні вуглеводи, які складаються на 90 % із пентозанів, а також левулезани. Пентозанів у житньому борошні 4,2–8,6 % на СР, із них водорозчинних — 30–40 %. Левулезани — водорозчинні сполуки, що являють собою поліфруктози. Їх елементарною частиною є залишок фруктози (левулези). Розчинні пентозани і левулезани — гідрофільні сполуки, об'єм яких при гідратації збільшується в декілька разів, що позитивно впливає на консистенцію житнього тіста.

У складі житнього борошна 0,6–2,1 % на СР клітковини. На відміну від клітковини пшениці, вона, в силу особливостей своєї будови, адсорбує значно менше води і практично не впливає на консистенцію тіста.

Білки житнього борошна на 50–56 % складаються з водо- і солерозчинних. Вони містять 32–36 % альбумінів і 18–20 % глобулінів, решта — глютенін і гліадин. Білкові речовини житнього борошна швидко набухають, зв'язують знач-

ну кількість води. Значна частина їх здатна до необмеженого набухання і пептизації, внаслідок чого утворюється в'язкий колоїдний розчин.

Порівняно з пшеничним борошном у житньому міститься більше ненасичених жирних кислот: лінолевої, олеїнової, ліноленової, а також фосфоліпідів і каротиноїдів. Частина ліпідів зв'язана з білками (ліпопротеїди), частина з вуглеводами (гліколіпіди). Зв'язані ліпіди складають більше 30 % від усіх ліпідів житнього борошна.

На відміну від пшеничного борошна, у житньому в активному стані поряд з β -амілазою міститься α -амілаза. Це є підґрунтям для глибшого розщеплення крохмалю і накопичення в тісті низькомолекулярних декстринів і мальтози. Оптимум дії α -амілази — рН 5,6–6,3, температура 58–65 °С; α -амілаза інактивується при 85–97 °С в залежності від рН тіста. Оптимальні умови дії β -амілази — рН 4,5–4,8, температура 49–54 °С. β -амілаза інактивується при 70–85 °С в залежності від рН. β -амілаза більш кислотолібільна, а α -амілаза більш термолібільна. У пророслому зерні жита активність α -амілази значно більша порівняно з її активністю у нормальному зерні.

Протеїнази житнього борошна активні при рН 4–5. Внаслідок дії на білки протеїназ у тісті накопичуються продукти їх гідролізу, збільшується вміст водорозчинних речовин, тісто розріджується. Під дією целюлітичних ферментів (пентозаназ) гідролізуються пентозани борошна, зменшується в'язкість утворених ними внаслідок набухання колоїдних розчинів. Так, як і протеїнази пшеничного борошна, кислі протеїнази житнього здатні активуватися відновниками, що містять сульфгідрильні групи, та інактивуватись окислювачами.

У житньому борошні в активному стані знаходиться фермент із класу оксидоредуктаз — поліфенолоксидаза, що каталізує окислення амінокислоти тирозину киснем повітря з утворенням меланінів. Останні затемнюють м'якучку хліба. Присутні також ліпоксигеназа та інші ферменти.

Як було відмічено у попередньому розділі, фізичні властивості пшеничного борошна формуються в основному його білками.

Білки житнього борошна, на відміну від білків пшеничного, не утворюють клейковинного каркасу. Довгий час вважалося, що вони не здатні утворювати клейковину. Справа в тому, що у звичайних умовах клейковина жита не відмивається. Її можна відмити у слабких розчинах солей або органічних кислот. Лише в 1945 році Голєнкову В.Ф. вдалося із житнього борошна відмити клейковину. Вихід сирової клейковини становить 5–10 %. Гліадин і глютенін жита утворюють дуже слабку за силою, рихлу, мало розтяжну або дуже розтяжну клейковину світло-сірого кольору. Гідратаційна здатність її становить 220–310 %, розтяжність 3–5 см, іноді більше 25 см.

На цей час вважається, що білки утворюють з пентозанами водорозчинні комплекси, які заважають формуванню клейковини. Поряд з цим, водорозчинні білки взаємодіють з вуглеводами, утворюючи глікопротеїди, що також негативно впливає на процес утворення клейковини.

Завдяки підвищеній гідратаційній здатності білки житнього борошна інтенсивно набухають, більша частина їх набухає необмежено, пептизується і переходить у в'язкий колоїдний розчин. Значну роль у пептизації житніх білків відіграють ферменти протеїнази, оптимум дії яких відповідає значенням рН 4,0–5,5, тобто у межах кислотності житнього тіста. Внаслідок їх дії поглиблюється процес дегідратації білків і перехід продуктів їх гідролізу у водний розчин.

Отже, роль білково-протеїназного комплексу в формуванні структурно-механічних властивостей борошна зводиться до утворення в'язкого колоїдного розчину, що підвищує консистенцію тіста, надає йому пластичності.

Вуглеводно-амілазний комплекс житнього борошна також має свої особливості.

У житньому борошні великий вміст власних цукрів (4,5–7,0 %), якими у значній мірі забезпечується сумарна кількість цукрів, необхідних для технологічного процесу. Полісахариди крохмалю амілоза та амілопектин легше піддаються гідролітичному розщепленню амілолітичними ферментами. Під дією α -амілази у тісті накопичуються низькомолекулярні декстрини, які швидко розщеплюються β -амілазою до мальтози. Поряд з цим мальтоза накопичується також внаслідок гідролітичного розкладу крохмалю під дією β -амілази на високомолекулярні декстрини і мальтозу. Значна частина мальтози утворюється під час випікання внаслідок порівняно низької температури клейстеризації крохмалю і більшої податливості клейстеризованого крохмалю дії амілаз. Тому внаслідок наявності великої кількості власних цукрів, значного накопичення мальтози під дією амілаз газоутворювальна здатність житнього борошна більш ніж достатня. Сумарний вміст цукрів повністю забезпечує процеси дозрівання тіста, вистоювання тістових заготовок, а також меланоїдиноутворення.

Поряд з цим висока активність складових вуглеводно-амілазного комплексу житнього борошна у процесі випікання сприяє утворенню вологої на дотик, дещо липкої м'якушки хліба.

Уже в перший період випікання крохмаль житнього борошна клейстеризується (55–57 °С). Ця температура близька до оптимальної, при якій β -амілаза активно гідролізує крохмаль до мальтози і високомолекулярних декстринів. У процесі подальшого прогрівання тіста при температурі 65 °С настає оптимальна активність α -амілази, яка крохмаль і накопичені високомолекулярні декстрини гідролізує до низькомолекулярних декстринів і мальтози. Ці обставини можуть призвести до того, що в процесі випікання під дією ферментів значна частина крохмалю буде гідролізована і внаслідок високої гідрофільності низькомолекулярних декстринів, що утворилися, м'якушка хліба стане липкою. Можуть з'явитися й інші дефекти житнього хліба — надмірно темна скоринка, тріщини на поверхні, відшарування скоринки від м'якушки. Але найзначнішою вадою є погіршення структурно-механічних властивостей м'якушки. Саме тому при оцінці хлібопекарських властивостей житнього борошна першочергове значення надається вуглеводно-амілазному комплексу, як такому, що формує основний показник якості житнього хліба — фізичні властивості його м'якушки.

З метою зниження активності α -амілази технологією приготування житнього хліба передбачається вища кислотність тіста.

Вуглеводи житнього борошна, а саме — набухлі зерна крохмалю і гідратовані пентозани відіграють значну роль у формуванні в'язких властивостей житнього тіста. Пентозани житнього борошна зв'язують значну частину води, в середньому 1:8. Нерозчинні пентозани набухають, водорозчинні утворюють в'язкі розчини (слизі). Загалом пентозани зв'язують до 28 % всієї води тіста. Наявність у житніх пентозанів розгалуженої арабаноксиланової фракції обумовлює утворення ними з білками і вуглеводами комплексів, що підвищують в'язкість колоїдних розчинів тіста, впливають на його консистенцію, газо- і формоутримуючу здатність.

Вважається, що утворені комплекси затримують дезагрегацію клейстеризованого крохмалю.

Технологічні властивості пентозанів та їх вплив на хлібопекарські характеристики борошна залежать від ступеню полімеризації (молекулярної маси) і дезагрегації ферментами у процесі приготування тіста і випікання.

Характер хлібопекарських властивостей житнього борошна в значній мірі залежить від крупності борошна. Вважається, що зі збільшенням виходу і зменшенням розміру частинок борошна підвищується активність його ферментів і, в першу чергу, амілолітичних, а також атакуємість біополімерів ферментами.

Таким чином, внаслідок глибокої гідратації та пептизації білків, гідратації пентозанів, дезагрегації й набухання крохмальних зерен формуються специфічні фізичні властивості житнього тіста, а саме — висока в'язкість і пластичність при відсутності еластичності й пружності. Ці властивості визначають підвищену вологість, газо- і формоутримувальну здатності житнього тіста, забезпечують його об'єм і формостійкість.

Житнє борошно має велику схильність до потемніння у процесі приготування хліба. Але ця властивість має значення лише для житнього сіяного борошна. М'якушка хліба з обдирного і обойного борошна завжди темнозабарвлена. Причиною цього є значний вміст у цих сортах борошна амінокислоти тирозину і ферменту тирозинази, що призводить до утворення меланінів.

Оскільки в силу особливостей вуглеводно-амілазного і білково-протеїнажного комплексів житнього борошна в ньому у ході технологічного процесу накопичується значна кількість водорозчинних речовин, що значно впливають на якість хліба, хлібопекарські властивості житнього борошна оцінюють за величиною автोलітичної активності. Автोलітичну активність визначають за водно-борошняною суспензією або за експрес-випічкою колобка. Автोलітична активність борошна за автोलітичною пробою (% на СР) має бути не більше: обойного — 55, обдирного, сіяного, житньо-пшеничного — 50. При визначенні автोलітичної активності за експрес-випічкою визначають масову частку водорозчинних речовин у м'якушці (% на СР). Одночасно характеризують колобок хліба, одержаного за експрес-випічкою. Колобок із нормального житнього борошна має правильну форму, без підривів, достатню суху м'якушку. Вміст водорозчинних речовин — не більше 23–28 %. Колобок із борошна з низькими хлібопекарськими властивостями має плоску нижню, дещо зарум'янену верхню скоринку, липку, темну м'якушку. Вміст водорозчинних речовин становить більше 28 % на СР.

Нормативною документацією на житнє борошно передбачається визначення амілолітичної активності за «числом падіння». За ГОСТ 7045-90 «Мука ржаная» число падіння має бути не менше: для борошна сіяного — 160, обдирного — 150, обойного — 105 с.

У дослідницькій практиці автोलітичну активність житнього борошна визначають за допомогою приладу амілографа. Амілограф — це ротацийний вискозиметр. Під час визначення на стрічці самописця графічно фіксуються у вигляді кривої зміни в'язкості водно-борошняної суспензії (рис. 3.12) при її прогріванні зі швидкістю 1,5 °С за

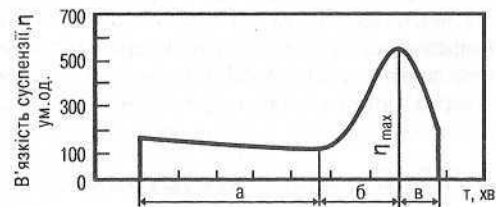


Рис. 3.12. Схема амілограми житнього борошна:

а — термін прогрівання до початку клейстеризації крохмалю; **б** — термін від початку клейстеризації крохмалю до моменту досягнення максимуму в'язкості суспензії; **в** — термін, протягом якого змінюється в'язкість під дією ферментів

хвилину від 25 °С до температури повної клейстеризації крохмалю. За одержаною амліограмою визначають максимальну в'язкість суспензії по висоті кривої (η_{\max}) — це основний показник, а також температуру початку клейстеризації суспензії.

Пробні випікання для визначення хлібопекарських властивостей житнього борошна у хлібопекарських лабораторіях не проводяться через труднощі приготування і підтримування стабільної якості заквасок, на яких виготовляють житній хліб. У дослідницькій роботі практикується проведення пробних випікань за спеціальними методиками.

3.3. Інші види борошна

3.3.1. Борошно тритікале

Тритікале — це штучно створена зернова культура, яку отримали схрещенням пшениці (*Triticum*) і жита (*Secale*). Це пшенично-житній амфідиплоїд. Цей амфідиплоїд має високу урожайність, високий вміст білків, стійкість до низьких температур і захворювань. Завдяки цьому тритікале здатне суттєво вдосконалити всю структуру зернової маси України, особливо зон Лісостепу та Полісся.

За вмістом білку вітчизняні сорти тритікале багатші пшениці на 1–1,5 % (за деякими даними — на 9,5), жита — на 3–4 %. Зерно тритікале містить 14–16 % білків, тоді як його батьківські форми — 10–12 %.

Проламіни і глютеліни тритікале утворюють клейковини більше, ніж проламіни і глютеліни пшениці, але вона слабша, ніж клейковина пшениці (ИДК — 103–108 од.), має вищу гідратаційну здатність.

Крохмаль тритікале клейстеризується при температурі 56,5 °С. Борошно має високу автолітичну активність. Із зерна тритікале виробляють такі сорти борошна: перший, другий і обойне.

Згідно нормативної документації, вміст клейковини має бути, %: у борошні першого сорту не менше 18, другого і обойного — 16. Зольність борошна першого сорту не повинна перевищувати 0,75; другого — 1,50; обойного — 2,0 %.

За хлібопекарськими властивостями воно поступається пшеничному.

В останні роки, завдяки розробкам Миронівського інституту пшениці, Інституту рослинництва (м. Харків), Селекційно-генетичного інституту (м. Одеса) та інших, з'явилося багато нових сортів тритікале, які за своїми біологічними властивостями поділяють на дві групи: сорти з переважно житнім фенотипом (АДМ-8, АДМ-11, Амфідиплоїд 52 та ін.) і сорти з переважно пшеничним фенотипом (Миронівський амфідиплоїд 1, АДМ-4, АДМ-5 та ін.). За хлібопекарськими властивостями борошно із зерна тритікале першої групи близьке до житнього, другої групи — до пшеничного.

3.3.2. Борошно кукурудзяне

Борошно кукурудзяне використовують у виробництві деяких національних виробів, харчоконцентратів, а також як додаток при виробництві хліба з пшеничного або житнього борошна. Кукурудзяне борошно виробляють з виходом 70 і 85 % одно- і двосортним помелом.

При помелі зерна кукурудзи виділяють зародок. Борошно тонкого помелу одержують із ендосперму, крупного — із ендосперму і невеликої кількості пери-

ферійних частинок. Тонке кукурудзяне борошно має зольність не більше 0,9 %, залишок на шовковому ситі № 23 не більше 2 %, прохід через сито № 32 — не менше 30 %. Борошно кукурудзяне крупного помелу має зольність не вище 1,3 %, залишок на металевому ситі № 56 має бути не більшим 2 %.

У кукурудзяному борошні нормується вміст жиру. У борошні тонкого помелу допускається вміст 2,5 % жиру, а крупного — 3 %.

Основною складовою цього борошна є крохмаль (76–84 %), який має високу атакуємість амілолітичними ферментами. Тому газоутворювальна здатність кукурудзяного борошна більша, ніж пшеничного однакового виходу, а активність амілаз менша. Білки складають 8–11 % від маси борошна. У білку кукурудзяного борошна найбільший вміст становлять проламіни (зеїн) — 42 % на СР білків, глютеліни — 21,3 %. Вони мають слабку водопоглинальну здатність, не утворюють клейковину, тобто хлібопекарські властивості цього борошна низькі.

За найбільш дефіцитними амінокислотами (лізин, триптофан, метіонін) білки кукурудзи поступаються білкам пшениці.

3.3.3. Вівсяне борошно

У хлібопеченні вівсяне борошно використовують частіше для виробництва печива. Для збагачення хліба харчовими волокнами, незамінними амінокислотами використовують зерна вівса. У білках вівса лізину міститься удвічі більше, ніж у білках пшениці.

З вівса виробляють борошно дієтичне вівсяне. В його складі білків — 13; жирів — 6,8; крохмалю — 67,6; золи — 1,8 %. Борошно порівняно з пшеничним і житнім містить майже у два рази більше калію, магнію, фосфору. У білках вівса превалюють глютеліни (авенін).

3.3.4. Ячмінне борошно

Ячмінне борошно використовують для виготовлення хліба, перепічок у районах, де інші злаки не культивують. Це північні або високогірні райони. Зерно ячменю містить у середньому 16 % білків, з яких 60 % — проламіни (гордеїн) і глютеліни. З ячмінного борошна у теплій воді можна відмити клейковину, за якістю вона — короткорвана, нееластична, її гідратаційна здатність низька (90–160 %), має сірий колір. Хліб з ячмінного борошна низької якості, він швидко черствіє. Додавання 10 % цього борошна до пшеничного другого сорту незначно впливає на якість хліба.

За сумою незамінних амінокислот білок ячменю повноцінніший, ніж білок пшениці. У ньому міститься більше лізину на 47 і треоніну на 31 %.

У ячмінному борошні міститься, %: білків — 10,0; жирів — 1,6; крохмалю — 55,1; золи — 1,4.

3.3.5. Соеве борошно

Із сої виробляють дезодороване борошно повножирне, напівзнежирене і знежирене. Дезодорування (пропарювання) проводять з метою видалення па-

хучих речовин, а також речовин, що надають сої гіркої смаку. Залежно від крупності помелу, вмісту клітковини, кольору кожен із видів соєвого борошна виробляється вищого або I сорту.

Повножирне соєве борошно виробляють із зерен сої, що мають світле забарвлення. Одержують борошно кремового кольору. У цьому борошні вміст білків складає 38,5, жирів — 20,2; цукрів — 9; клітковини — 2,6; крохмалю — 16; золи — 4,7 %.

Напівзнежирене борошно виробляють із макухи після виділення олії методом пресування. Це борошно жовтого або світло-коричневого кольору, містить, %: 6,3 — жиру, 45,6 — білків, 20,7 — крохмалю, 5,2 — золи.

Знежирене борошно виготовляють із шроту (після видалення олії з насіння сої екстрактивним методом). Колір його світло-жовтий або сірий. Вміст, %: жиру — 1, білків — 48,9, крохмалю — 21, золи — 5,3.

Соєве борошно використовують у хлібопекарській промисловості як добавку, що поліпшує харчову цінність виробів. Насіння сої характеризується підвищеним вмістом лізину — до 6 % від маси білків.

3.4. Зміни хлібопекарських властивостей борошна під час дозрівання і подальшого зберігання

Свіжезмелене борошно, має низькі хлібопекарські властивості та характеризується як слабке за силою. З часом у процесі зберігання його хлібопекарські властивості покращуються.

Розпізнають три періоди у зміні якості борошна під час зберігання: період дозрівання, під час якого якість борошна помітно покращується; період стабільної якості та період погіршення якості, а при надмірно тривалому зберіганні, особливо у несприятливих умовах, борошно псується, проявляється згіркнення, прокисання, злежування, пліснявіння.

3.4.1. Дозрівання борошна

Процес покращання хлібопекарських властивостей свіжезмеленого борошна під час зберігання характеризується терміном — дозрівання борошна.

Борошно, що не дозріло, має слабку клейковину, низьку водопоглинальну здатність, підвищену активність ферментів, високу автолітичну активність. Особливо гострою є необхідність дозрівання свіжезмеленого борошна із зерна нового урожаю.

Причиною покращання хлібопекарських властивостей борошна при дозріванні є процеси, що відбуваються в ньому під впливом ферментів, кисню повітря, зміни вологості тощо.

Характер та інтенсивність цих процесів, залежать від сорту борошна, умов зберігання: температури, відносної вологості, освітлення, повітрообміну, терміну зберігання.

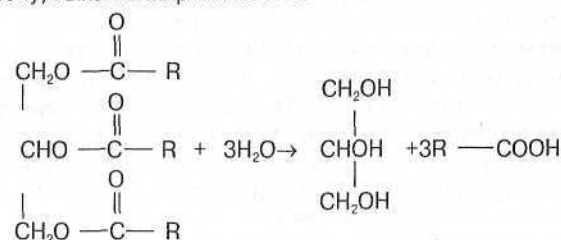
У процесі дозрівання змінюються вологість борошна, кислотність, колір, склад ліпідів, білків, вуглеводів, активність ферментів, відбуваються глибокі зміни у стані білково-протеїназного комплексу борошна, який визначає його силу.

Зразу після помелу відбувається перерозподіл вологи по всій масі борошна. При зберіганні вологість борошна змінюється. Вона може знижуватись або зростати залежно від вихідної вологості борошна і параметрів повітря у приміщенні.

Між відносною вологістю повітря і вологістю борошна встановлюється рівновага, тобто борошно набуває рівноважної вологості. При рівноважній вологості тиск парів у капілярах борошна дорівнює тиску парів у навколишньому повітрі. Чим вища відносна вологість повітря, тим більша рівноважна вологість борошна. Практично при зберіганні борошна у мішках або бункерах вологість борошна змінюється дуже повільно.

Основним результатом періоду дозрівання є покращання сили борошна. Доведено, що ці зміни тісно пов'язані зі змінами у ліпідному комплексі борошна.

Ліпіди борошна — нестійкі сполуки, вони зазнають змін у результаті ферментативного гідролізу та окислення. При зберіганні тригліцериди (триацетилгліцерини) під дією ферменту ліпази гідролізуються з утворенням гліцерину (гліцеролу) і вільних жирних кислот.



Гідроліз відбувається по ефірному зв'язку з приєднанням води.

У жирних кислотах кількість подвійних зв'язків зменшується і накопичуються гідроксильні групи.

Вода, що бере участь у цій реакції, дисоціює на водень і гідроксил. Водень приєднується до кислотного залишку, а гідроксил — до спиртового радикалу.

Розпад тригліцеридів протікає послідовно, з утворенням проміжних продуктів реакції моно- і дигліцеридів.

Глибина ферментативного гідролізу характеризується вмістом вільних жирних кислот, тобто величиною кислотного числа жиру.

Кислотне число визначається за кількістю мг КОН, необхідного для нейтралізації цих кислот в 1 г жиру.

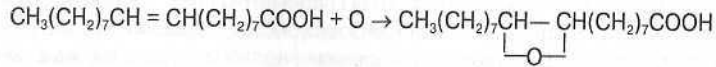
При підвищеній вологості ліпаза активна навіть при температурі, нижчій за 0 °С, вона інактивується при 80 °С.

Гідролітичного розпаду зазнають також фосфоліпіди з утворенням гліцеридів, жирних кислот, фосфорної кислоти і азотистої основи. Накопичені жирні кислоти під дією ліпоксигенази окислюються з утворенням пероксидів і гідропероксидів. Продуктами їх розкладу є такі речовини, як вода, CO₂, CO, мурашина і оцтова кислоти, альдегіди, кетони тощо, які надають борошну неприємного смаку і запаху, відбувається згіркнення борошна.

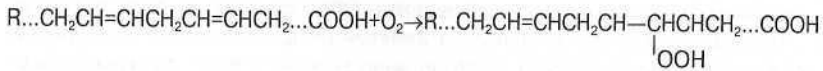
Швидкість окислення у значній мірі залежить від наявності кисню. Механізм реакції окислення пояснює перекисна теорія Баха — Енглера і теорія ланцюгових реакцій Н.Н.Семенова. Згідно перекисної теорії, проміжними продуктами окислення є пероксиди різних типів: насичені — при окисленні насичених жирних кислот; ненасичені або циклічні — при окисленні ненасичених жирних кислот.

Кисень при контакті з ненасиченими жирними кислотами приєднується за

місцем подвійного зв'язку з утворенням циклічного пероксиду. Так, при окисленні олеїнової кислоти утворюється циклічний пероксид цієї кислоти:

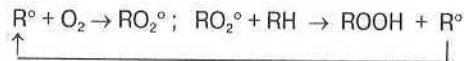
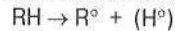


Після розщеплення тригліцеридів ліпазою і накопиченням вільних жирних кислот активізується дія ліпоксигенази. Цей фермент особливо енергійно окислює саме вільні, а не зв'язані в тригліцеридах жирні кислоти, з утворенням гідропероксидів:



При зберіганні борошна реакції окислення жирів інтенсифікуються у часі. Це добре пояснюється теорією ланцюгових реакцій Н.Н.Семенова. За цю теорію, окислення пов'язане з розвитком ланцюгової реакції через вільні радикали, що мають вільні валентності та підвищену реакційну здатність.

При утворенні пероксидів і гідропероксидів з'являються початкові вільні радикали. Вони можуть утворюватися внаслідок розриву найслабшого із ковалентних зв'язків. Ці радикали переходять у стійкий валентно-насичений стан, утворюючи при цьому нові продукти окислення та інші вільні радикали. Останні, маючи вільну валентність, як і попередні, утворюють нові сполуки і нові вільні радикали, тобто постійно збуджується ланцюгова реакція:



Чим більше накопичується пероксидів і гідропероксидів, тим більше збуджується нових ланцюгів окислення, тим активніше йде процес окислення, накопичуються продукти окислення: карбонільні (альдегіди, гліцераальдегіди) і карбоксилвміщуючі сполуки (мурашина, оцтова та інші кислоти), що погіршують смак і аромат. Згіркнення жирів під дією ферментів ліпази і ліпоксигенази відбувається приблизно за такою схемою, рис. 3.13. Швидкість реакції прискорюється під дією світла, температури, кисню, іонізуючого опромінювання. Реакція уповільнюється у присутності інгібіторів окислення (антиокислювачів). Природними антиокислювачами є токоферолі, каротиноїди, фосфатиди та інші речовини.



Рис. 3.13. Загальна схема ферментативного гідролізу жирів

При дозріванні борошна саме ненасичені жирні кислоти у першу чергу окислюються і утворюють сполуки — пероксиди, гідропероксиди жирних кислот, що мають велику окислювальну активність. Ці сполуки окислюють пігменти борошна, внаслідок чого воно світлішає, а також компоненти білково-протеїназного комплексу. Під дією переокисних сполук і кисню повітря зазнають змін третинна і четвертинна структури білкових молекул.

В молекулах білку сульфгідрильні групи —SH окислюються з утворенням додаткових дисульфідних зв'язків. Структура білкової молекули ущільнюється, знижується податливість білків до дії протеїназ.

Накопичення у борошні активних продуктів гідролізу і окислення ліпідів зумовлює утворення ліпопротеїдів — продуктів взаємодії білків з цими сполуками. Збільшення вмісту ліпопротеїдів сприяє покращанню еластичності білків клейковини.

Ущільнення молекули білків унаслідок окислювальних процесів, зменшення активності ферментів і активаторів протеолізу, утворення додаткової кількості ліпопротеїдів обумовлюють зменшення у борошні вмісту сирі клейковини (вміст сухої клейковини залишається без змін), покращання її пружності та еластичності, зменшення розтяжності. Особливо покращується якість клейковини слабкого за силою борошна. Через 1,5–2 місяці зберігання воно набуває властивостей середнього за силою, рис. 3.14.

При дуже інтенсивному гідролізі жирів, значному накопиченню пероксидів клейковина борошна значно укріплюється і може стати крихкою. Це спостерігається в борошні, що надмірно довго зберігалася і почало псуватись.

Окислювально-відновні процеси, що обумовлюють дозрівання борошна, тобто покращання його хлібопекарських властивостей, і в першу чергу сили борошна, активно відбуваються протягом

Окислювальні процеси, що обумовлюють дозрівання борошна, тобто покращання його хлібопекарських властивостей, і в першу чергу сили борошна, активно відбуваються протягом

Окислювальні процеси, що обумовлюють дозрівання борошна, тобто покращання його хлібопекарських властивостей, і в першу чергу сили борошна, активно відбуваються протягом

Окислювальні процеси, що обумовлюють дозрівання борошна, тобто покращання його хлібопекарських властивостей, і в першу чергу сили борошна, активно відбуваються протягом

Окислювальні процеси, що обумовлюють дозрівання борошна, тобто покращання його хлібопекарських властивостей, і в першу чергу сили борошна, активно відбуваються протягом

Окислювальні процеси, що обумовлюють дозрівання борошна, тобто покращання його хлібопекарських властивостей, і в першу чергу сили борошна, активно відбуваються протягом

Окислювальні процеси, що обумовлюють дозрівання борошна, тобто покращання його хлібопекарських властивостей, і в першу чергу сили борошна, активно відбуваються протягом

Окислювальні процеси, що обумовлюють дозрівання борошна, тобто покращання його хлібопекарських властивостей, і в першу чергу сили борошна, активно відбуваються протягом

Окислювальні процеси, що обумовлюють дозрівання борошна, тобто покращання його хлібопекарських властивостей, і в першу чергу сили борошна, активно відбуваються протягом

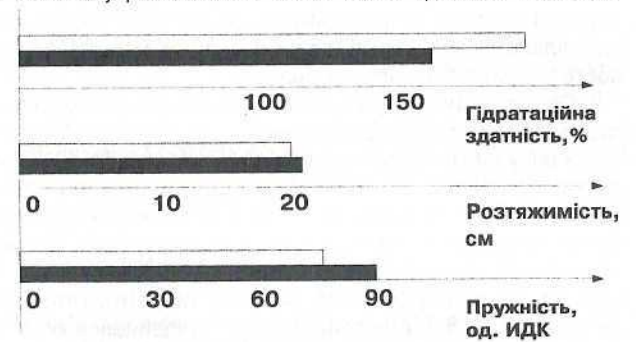


Рис. 3.14. Якість клейковини борошна: — зразу після помелу, — через два місяці

перших 7–30 днів після помелу, потім протікають дуже мляво. Настає період відносно стабільних хлібопекарських властивостей борошна.

При підвищенні відносної вологості та температури наявність кисню прискорює дозрівання борошна внаслідок сприятливіших умов для окислювально-відновних процесів. За даними Н.П.Козьміної, найшвидше дозріває борошно

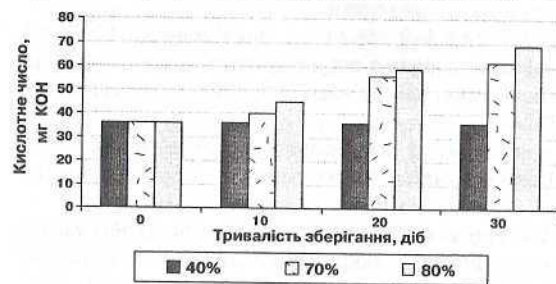


Рис. 3.15. Зміна кислотного числа жиру борошна при зберіганні при різній відносній вологості повітря

при відносній вологості 80 %, значно повільніше — при більш низькій вологості, а при $\phi = 40\%$ — дуже слабо. В умовах більш високої вологості активніше протікає і процес гідролізу жирів (рис. 3.15). На швидкість дозрівання значно впливає наявність кисню. У безкисневій зоні укріплення клейковини

відбувається дуже повільно.

Тому аерація борошна сприяє прискоренню його дозрівання, особливо підігрітим повітрям.

За даними Є.Д.Казакова, аерація борошна повітрям при 25 °С протягом 6 год при питомих витратах повітря 2–3 м³/т борошна є оптимальними умовами для прискорення його дозрівання. Окислювально-відновні процеси у борошні активізуються при прогріванні його інфрачервоним опроміненням, обробці газоподібними сполуками окислювальної дії (двоокис хлору, окисли азоту, озон).

Вуглеводно-амілазний комплекс при дозріванні та подальшому зберіганні борошна не зазнає суттєвих змін, які б помітно позначилися на якості хліба. Спостерігається, що внаслідок окислювальних процесів, які відбуваються в цей час у борошні, дещо ущільнюється міцела крохмалю, підвищується температура клейстеризації, знижується податливість його до дії ферментів. Це призводить до незначного зменшення цукро- і газоутворювальної здатності борошна. Вміст у борошні власних цукрів не змінюється.

На силу борошна впливає вміст у ньому пентозанів. У період дозрівання у борошні спостерігається полімеризація водорозчинних пентозанів. Це обумовлює підвищення в'язкості їх розчинів, а, значить, і покращання фізичних властивостей тіста, тобто сили борошна.

Процеси, що відбуваються у борошні під час зберігання, супроводжуються підвищенням кислотності борошна.

У результаті біохімічних процесів при зберіганні накопичуються кислі продукти. Це вільні жирні кислоти — продукти ферментативного гідролізу жирів; кислі фосфати — продукти взаємодії вільних жирних кислот і лужних фосфатів; продукти життєдіяльності мікроорганізмів. Велику роль у підвищенні кислотності борошна відіграє фермент фітаза, який відщеплює фосфорну кислоту від фітину (інозитфосфорної кислоти). Оптимальними умовами для дії фітази є рН 5,5. Але основна роль у підвищенні кислотності належить жирним кислотам.

За величиною кислотності судять про свіжість борошна. При оцінці цього показника визначають загальну кислотність борошняної суспензії.

Кислотність борошна залежить від його виду і сорту. Вищу кислотність мають житні сорти і сорти борошна високих виходів.

Наростання титрованої кислотності найбільш інтенсивно відбувається у перші 15–20 днів після помелу і становить долі градусу кислотності.

У процесі дозрівання і нормального зберігання колір борошна дещо світлішає. Причиною цього є окислення пігментів борошна: каротиноїдів, ксантофілів, хлорофілів. Ці речовини є ненасиченими сполуками і під дією пероксидів окислюються та знебарвлюються. Цей процес протікає дуже повільно, він активується при аерації борошна внаслідок насичення його киснем повітря. Але при певних умовах, а саме: при зберіганні борошна, що має підвищену вологість, за умови вмісту в ньому значної кількості амінокислоти тирозину може спостерігатись потемніння борошна. Цей процес частіше спостерігається при зберіганні борошна із пророслого, морозобойного, недозрілого або uszkodженого клопом-черепашкою зерна.

Оскільки незначне підвищення кислотності борошна при дозріванні та деяке зниження цукроутворювальної здатності не можуть суттєво вплинути на якість хліба, вважається, що основною причиною поліпшення хлібопекарських властивостей борошна після дозрівання є покращання його сили в результаті змін, що відбуваються в білково-протеїназному комплексі внаслідок окислювально-відновних процесів, ініційованих ферментами борошна і киснем повітря.

У свіжезмеленому житньому борошні відбуваються такі ж самі біохімічні, фізико-хімічні та мікробіологічні процеси, як і в пшеничному, але інтенсивність їх слабша. Основною причиною цього явища є присутність у житньому борошні антиокислювачів — токоферолу, каротиноїдів, які стримують інтенсивність окислювальних процесів.

Найбільше значення має процес полімеризації водорозчинних пентозанів, адже у житньому борошні вони разом з необмежено набухаючими білками утворюють в'язкі розчини, що обумовлюють формоутримувальну здатність тіста.

Внаслідок дозрівання житнього борошна дещо покращується здатність нерозчинних білків набухати, підвищується «число падіння», незначно знижується автолітична активність борошна, зростає титруема кислотність. Дозрівання борошна сприяє покращанню реологічних властивостей тіста, зменшується розпливаемість тістових заготовок.

Житнє борошно дозріває швидше, ніж пшеничне, в меншій мірі змінюється його якість при тривалому зберіганні.

Швидкість дозрівання як пшеничного, так і житнього борошна залежить перш за все від ступеню закінченості післязбирального дозрівання борошна. Борошно із свіжезібраного зерна дозріває довше. Слабке борошно дозріває довше, ніж сильне. Швидше дозріває борошно високих виходів, з більш високою вологістю, при вищій температурі зберігання та інших факторах. Тому точно встановити термін дозрівання борошна важко. Вважається, що пшеничне сортове борошно при температурі 20 ± 5 °С дозріває за 1,5–2 місяці, обойне — за 3–4 тижні, житнє — за 2 тижні.

Свіжезмелене борошно до поставки його на хлібопекарське підприємство має декілька днів відлежуватись на борошномельному підприємстві. Останні повинні відпускати пшеничне сортове борошно через 5, житнє сортове — через 3, обойні сорти — через 2 доби після помелу. Згідно діючих нормативних документів, борошно з вологістю не більше 14,5 % при зберіганні в нормальних умовах повинно не втрачати якість протягом 1 року.

3.4.2. Причини псування борошна

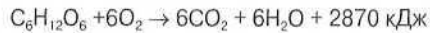
Несприятливими умовами для зберігання борошна вважається відносна вологість повітря у складі, вища за 75–80 % і температура зберігання, вища за 25 °С. Підвищена вологість борошна, вища 15 %, також негативно впливає на його зберігання.

При надмірно довгому зберіганні у нормальних умовах або при зберіганні в несприятливих умовах борошно псується.

Борошно є сукупністю частинок живої тканини зерна, які зберігають здатність до біохімічних змін. Вони не мають оболонки і тому легко піддаються негативній дії вологи, кисню повітря, мікроорганізмів.

Частинки борошна при зберіганні мають здатність до газообміну. Борошно поглинає кисень і виділяє CO₂. За даними Є.Д.Казакова, 1 т свіжезмеленого борошна при 10 °С виділяє 6,4 г CO₂ за годину, а через місяць — 2,1 г. Газообмін у борошні є наслідком дихання частинок борошна, результатом хімічних окислювальних процесів (окислення ліпідів, каротиноїдів тощо), дихання мікроорганізмів.

Газообмін супроводжується виділенням певної кількості тепла, що призводить до підвищення температури борошна, його самозігрівання. Дихання — це процес окислення цукрів, відбувається за такою реакцією:



У процесі дихання беруть участь не лише цукри, а й органічні кислоти, білки, жири та інші сполуки. Волога, що виділяється, сприяє інтенсифікації процесу дихання. Воно відбувається тим інтенсивніше, чим вища вологість борошна. Підвищення вологості і температури створює умови для розвитку мікроорганізмів.

Самозігрівання відбувається в умовах пониженого теплообміну з оточуючим середовищем за типом ланцюгової реакції. Виникає в осередку маси з більш високою вологістю і передається на решту маси. Самозігрівання є також результатом низької теплопровідності борошна. При самозігріванні значно активізуються гідролітичні та окислювально-відновні процеси, що інтенсифікують псування борошна.

Мікроорганізми, що містяться в зерновій масі, при помелі переходять у борошно. Середня кількість їх у борошні коливається від 2 · 10⁶ до 5 · 10⁶ клітин у 1 г. Чим вищий сорт борошна, тим менша кількість мікроорганізмів у ньому, і навпаки. У борошні з вологістю до 14 % постійно містяться вегетативні форми мікроорганізмів. При незначному підвищенні вологості (на 1–2 %) кількість бактерій і плісняви значно збільшується.

Продукти життєдіяльності мікроорганізмів сприяють прискоренню псування борошна. Найбільш поширеним мікробіологічним псуванням борошна є пліснявіння, зіркнення. Борошно з такими дефектами стає непридатним до споживання.

Контрольні питання до розділу 3

1. Які основні показники характеризують хлібопекарські властивості пшеничного і які — житнього борошна ?
2. Які складові борошна формують його «силу» ?
3. Який склад білків клейковини ? Які внутрішньомолекулярні зв'язки впливають на її структурно-механічні властивості ?

4. Як впливають вуглеводна і ліпідна фракції борошна на його силу ?
5. Якими приладами оцінюють силу борошна ?
6. Які фактори обумовлюють газоутворювальну здатність пшеничного борошна ?
7. Яке технологічне значення має крупність частинок пшеничного борошна ?
8. Які фактори викликають потемніння м'якушки хліба ?
9. Від яких факторів залежить автолітична активність борошна ?
10. Які хлібопекарські властивості має борошно з пророслого зерна ?
11. Які хлібопекарські властивості має борошно із зерна, ушкодженого клопом-черепашкою ?
12. Які особливості хлібопекарських властивостей житнього борошна ?
13. Які види борошна, окрім житнього і пшеничного, використовуються у хлібопеченні ?
14. Які фактори впливають на процес дозрівання борошна ?
15. Від яких факторів залежить водопоглинальна властивість борошна ?
16. Які хлібопекарські властивості борошна можна оцінити за допомогою фаринографа ?

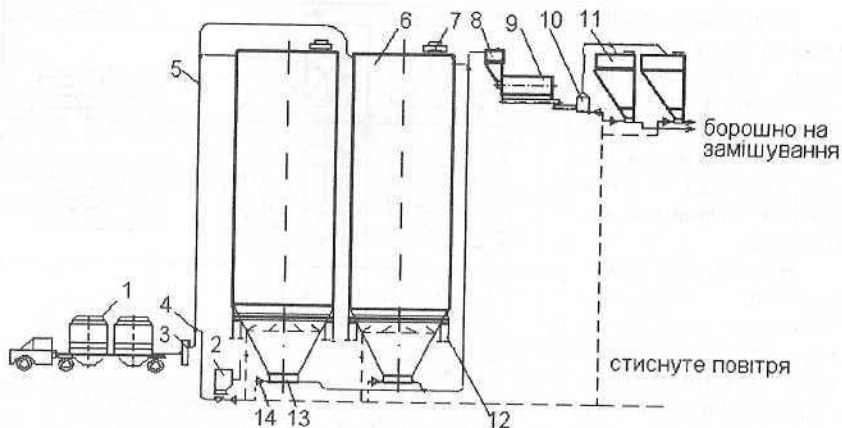


Рис. 4.2. Машино-апаратурна схема складу з установкою аерозольтранспорту:
 1 – автоборошновіз, 2 – борошноприймач, 3 – щиток приймальний, 4 – перемикач,
 5 – трубопровід, 6 – силос, 7 – фільтр повітряний, 8 – фільтр-розвантажувач,
 9 – просіювач, 10 – живильник шнековий, 11 – силос виробничий, 12 – датчик
 електронно-тензометричного пристрою, 13 – живильник роторний (шлюзовий),
 14 – сопло ультразвукове (аеродинамічне)

У складі з аерозольтранспортним обладнанням (рис. 4.2) гнучкий шланг автоборошновоза (1) приєднується до приймального щитка (3) і через перемикач (4) по трубопроводу (5) компресором борошно подається у певний силос (6). Повітря від борошна відокремлюється через фільтри (7). Борошно, що надходить у мішках, завантажується у борошноприймач (2) і через перемикач (4) подається в силос. Для зважування борошна в опори силосу вмонтовані датчики (12). Під силосом установлено живильник (13), через який борошно аерозольтранспортом подається в борошнопровід. Через фільтр-розвантажувач (8) борошно надходить на просіювач (9), з якого шнековим живильником (10) транспортується в виробничі силоси (11), а з них на виробництво.

На окремих підприємствах з безтарним зберіганням борошна для внутрішньозаводського транспортування застосовують механічний транспорт (норії, шнеки), рис. 4.3.

Борошно при зберіганні в силосах, особливо при підвищеній вологості, ущільнюється в нижніх шарах, під час вивантаження з силосу утворює склепи, міцність яких обумовлюється такими факторами, як фізико-хімічні властивості борошна (вологість, крупність), сила зчеплення його частинок, щільність укладки, тривалість зберігання, геометричні параметри випускного отвору. Так, борошно з високою вологістю має нижчу текучість, ніж сухе борошно. Частинки пшеничного борошна I сорту мають меншу шорсткість, меншу площу контакту, ніж борошно II сорту, тому склепіння, що утворюється над отвором, слабке, тоді як борошно II сорту, маючи більш полідисперсний склад, утворює стійкіше склепіння над випускним отвором.

Для руйнування склепін на конусній частині силосу встановлюють вібратори або аерують днище силосу стисненим повітрям, які надають текучості нижньому шару борошна.

При тривалому зберіганні борошна може відбуватись його самозігрівання.

Це явище особливо часто спостерігається при зберіганні вологого борошна, а також при високій (30–35 °С) температурі повітря внаслідок інтенсифікації процесу дихання.

Борошно стандартної вологості може зберігатись в силосах 30 діб. Для запобігання злежування і самозігрівання при тривалому зберіганні борошно періодично перекачують з одного силосу в інший.

На якість борошна, що зберігається в складах відкритого типу, погодні та кліматичні умови не справляють суттєвого впливу, тому що борошно внаслідок його хімічного складу і наявності повітряних прошарків між частинками має низьку теплоємність і температуропровідність. Внаслідок цього на внутрішніх стінках силосів не конденсується волога.

Безпосередній вплив температури навколишнього повітря позначається лише на невеликому верхньому прошарку борошна. Середні прошарки через низьку теплопровідність борошна майже не відчувають впливу температури зовнішнього повітря і зберігають початкову температуру. Так, за даними В.В.Мухіна і Т.П.Ейвіної, при зберіганні борошна при температурі мінус 21,9 °С, температура в суміжному із стінкою шарі була плюс 2–6 °С, на відстані 400 мм від стінки — плюс 12–14 °С, в центральних шарах — плюс 18–20 °С. Маса охолодженого борошна, що зберігається в бункері, становить біля 15 % всієї його маси.

При розвантаженні борошна розташовані біля стінок силосу шари поступово змішуються з теплішими шарами, ближчими до центру. Внаслідок такого перемішування борошно з ємкості для зберігання надходить на виробництво з досить стабільною по всій масі температурою. Під час транспортування у виробничі ємкості, а потім — до тістомісильних машин температура борошна підвищується на 5–6 °С.

Оскільки температура борошна, що йде на замішування тіста зі складу відкритого типу, на 2–5 °С нижча, ніж температура борошна, що зберігається в складі закритого типу, для одержання тіста потрібної температури на замішування подають більш гарячу воду.

При безтарному способі зберігання борошно дозріває скоріше. В ньому активніше протікають складні фізичні та біохімічні процеси, що сприяють покращенню

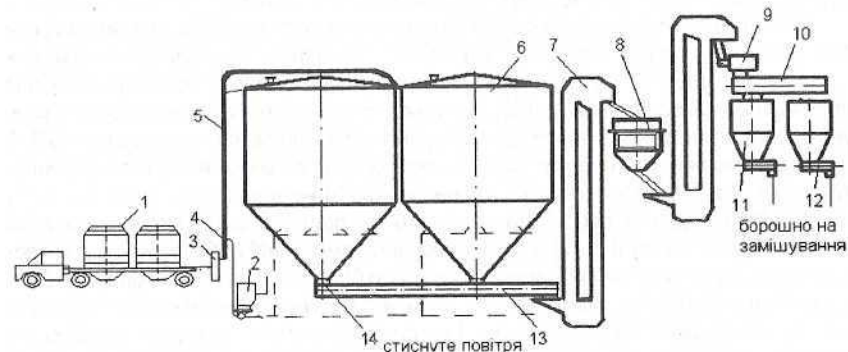


Рис. 4.3. Машино-апаратурна схема складу з механічним транспортом:
 1 – автоборошновіз, 2 – борошноприймач, 3 – щиток приймальний, 4 – перемикач,
 5 – трубопровід, 6 – силос, 7 – норія, 8 – автоматичні ваги, 9 – просіювач, 10 – шнек
 розподільний, 11 – силос виробничий, 12 – шнек живильний, 13 – шнек
 розподільний або транспортер скребковий, 14 – дозатор підсилосний

щанню хлібопекарських властивостей. Цьому сприяє тісний контакт борошна з атмосферним киснем. Під час його транспортування шнеками і трубопроводами, інтенсифікується окислення ліпідів з утворенням пероксидів і гідрпероксидів, які сприяють ущільненню клейковини, окислюють пігменти борошна. Поряд з цим, ліквідується на складі важка фізична праця, витрати на тару, покращується санітарний стан складу, майже в 10 разів зменшуються втрати борошна. При тарному зберіганні на кожному мішку залишається 50–100 г борошна, що складає 0,1–0,2 %, при безтарному зберіганні втрати борошна становлять 0,02 % від загальної маси.

На складах зберігання борошна, як тарним, так і безтарним способом, необхідно підтримувати належний санітарний стан для запобігання розвитку шкідників — кліщів, жуків, метеликів, гризунів (рис. 4.4). З метою запобігання появи борошняних шкідників всі з'єднання в обладнанні повинні бути добре ущільнені. Приміщення складів, обладнання, трубопроводи слід періодично чистити. Виходячи з вегетативного періоду розвитку комах, чищення борошняних ліній та іншого обладнання складів рекомендується проводити влітку 1 раз на 10 днів, взимку — один раз на 15 днів, механічне очищення силосів — один раз на місяць. Пил з колон і стінок необхідно прибирати двічі на місяць.

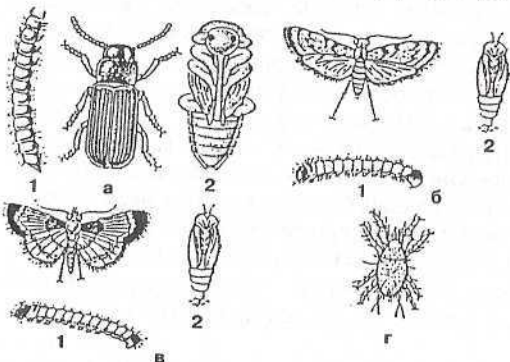


Рис. 4.4. Шкідники борошна:

а — жук великий борошняний хрущак з личинкою (1) і лялечкою (2); б, в — метелики: млинова вогнівка і борошняна вогнівка та їх гусениці (1) та лялечки (2); г — борошняний кліщ

Підготовка борошна до виробництва передбачає змішування окремих партій, просіювання та видалення металоманітних домішок.

Кількість ліній для просіювання залежить від потужності та режиму роботи підприємства, витрат борошна, кількості його сортів. На підприємствах потужністю більше 45 т/добу необхідно мати одну резервну поточну лінію для просіювання борошна. До складу поточної лінії входить просіювач з системою уловлювання металоманітних домішок, автоваги з підваговим бункером на 2–3 порції (при наявності тензOMETричного зважування ваги можна не встановлювати), шнек для транспортування борошна у виробничі силоси.

Борошно одного сорту, що надійшло на підприємство, може мати різні хлібопекарські властивості. Тому за результатами аналізу його якості лабораторією складається суміш борошна з двох або більше партій, яка передбачає покращання якості однієї партії за рахунок іншої. Суміш складається за тим показником, що відхиляється від норми. Так, слабке за силою борошно змішують з сильним; борошно, що здатне до потемніння — з борошном нормальної якості тощо. Різні партії борошна змішують у простих співвідношеннях (1:1, 1:2, 1:3 тощо) на спеціальних машинах — борошнозмішувачах або за допомогою живильників безперервної дії, механічних дозувальників ДМР-1, ДМР-3 тощо.

Співвідношення борошна різних партій в суміші встановлюється за пробним лабораторним випіканням і розраховується за методом середнього арифметичного. Якщо є борошно двох партій із показниками А і В, а необхідно отримати суміш із середнім показником С, то на 1 кг борошна однієї партії А потрібно борошна іншої партії

$$X = (A - C) / (C - B), \text{ кг}$$

При зберіганні борошна у мішках змішування партій з різною якістю частіше здійснюють вручну. Так, при змішуванні борошна у пропорції 1:2 на один мішок борошна однієї партії дають 2 мішки борошна іншої партії.

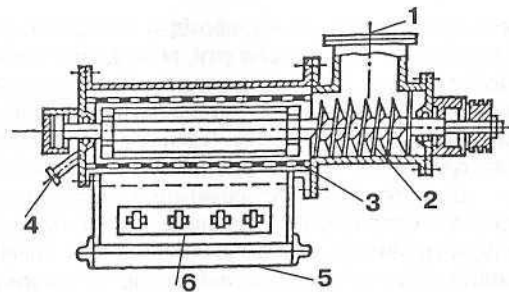
Змішування борошна проводиться і при виготовленні виробів із суміші різних видів або сортів борошна — житнього і пшеничного, пшеничного першого і другого сорту тощо.

Частіше при виробництві хліба зі змішаних видів або сортів борошно одного сорту або виду додають в опару або закваску, а іншого — в тісто.

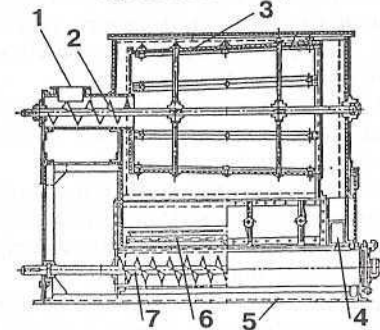
Борошно, що надходить на виробництво, обов'язково треба просіювати крізь сита дрітняні №№ 2,8–3,5. Метою просіювання є видалення із борошна випадкових домішок.

Для просіювання борошна використовують машини з барабаними або плоскими ситами. Це такі просіювачі, як пірамідальний бурат ПБ-1,5 з п'яти- або шестигранним барабаном з закріпленими на ньому змінними ситовими рамами; просіювачі Ш2-ХМВ, «Вороніж», «Піонер ПП» з нерухомими барабаними ситами та інші, рис. 4.5.

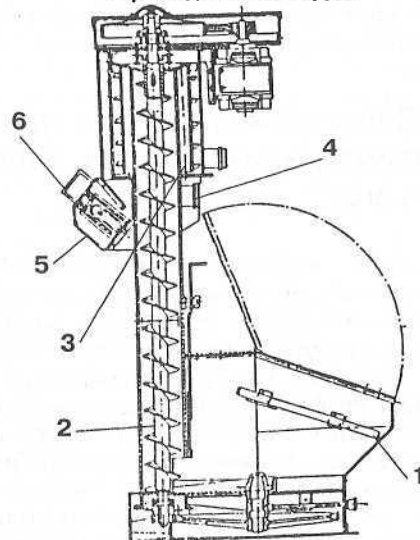
При просіюванні розпізна-



Просіювач «Вороніж»



Пірамідальний бурат



Просіювач ПП (Піонер)

Рис. 4.5. Просіювач борошна: 1 — приймальний патрубок (бункер), 2 — шнек завантажувальний, 3 — сита, 4 — канал для відходів, 5 — вихідний патрубок, 6 — магніти, 7 — шнек розвантажувальний

ють дві фракції борошна: прохід — часточки борошна, що пройшли крізь отвори сита, і схід — залишок на ситі, який іде у відходи. Під час просіювання борошно розпушується, підігрівається, аерується, що сприяє покращанню його хлібопекарських властивостей. Перед початком роботи необхідно перевірити цілісність сит на борошнопросіювачі. Один раз на добу проводять очищення сит. Постійно слідкують за кількістю і характером сходу з сит.

Для вилучення з борошна металоманітних домішок у вихідних каналах машин для просіювання встановлені магнітні уловлювачі, які складаються із сталених магнітних дуг. Підйомна сила магнітів повинна бути не меншою 8 кг на 1 кг магніту. При зниженні вантажопідйомності магнітні дуги намагнічують. Перевірку її проводять один раз на 10–15 діб. Для гарантування повного видалення металоманітних домішок необхідно магнітні дуги встановлювати з розрахунку 2 см на 1 т борошна, що проходить через борошняну лінію за 1 добу зі швидкістю не більше 0,5 м/с. Шар борошна, що переміщується під полюсами магнітів, повинен бути товщиною до 10 мм.

Магнітні уловлювачі від металоманітних домішок очищають один раз за зміну. Лабораторія контролює масу і характер домішок, що фіксується в спеціальному журналі.

Просіяне і очищене від металоманітних домішок борошно транспортують у витратні виробничі силоси. Місткість цих силосів повинна забезпечити безперервну роботу тістоприготувального обладнання протягом 1–2 змін і складаєдебільшого 1–1,5 т борошна кожен.

Солод світлий житній неферментований, темний житній ферментований і світлий ячмінний зберігають у мішках на піддонах або безтарним способом при температурі не вище 18 °С в сухих приміщеннях, обладнаних вентиляцією.

Солод, що відпускається на виробництво, просіюють крізь дротяне сито № 3,4-4,0 і пропускають крізь магнітні установки.

4.2. Зберігання і підготовка до виробництва хлібопекарських дріжджів, солі, води та додаткової сировини

Дріжджі хлібопекарські пресовані надходять на хлібопекарські підприємства охолодженими до температури 0–4 °С у вигляді загорнутих у папір брусків по 500 і 1000 г, упакованих у полімерні, картонні або дощані ящики. Дріжджі — продукт, що швидко псується, тому зберігають їх у холодильних камерах або шафах при температурі від 0 до 4 °С з відносною вологістю не вище 75 %. Гарантований термін зберігання — 12 діб. Охолоджені дріжджі знаходяться у стані анабіозу і тому певний час зберігають якість. Рекомендується мати запас пресованих дріжджів не менше ніж на 3 доби.

У процесі зберігання дріжджів при більш високій температурі відбувається автоліз дріжджових клітин, внаслідок чого вони пом'якшуються, підвищується їх кислотність, знижується підйомна сила, зростає вміст глютаміну у відновній формі. Допускається зберігання змінного або добового запасу пресованих дріжджів в умовах цеху.

Підготовка пресованих дріжджів до виробництва полягає у звільненні їх від упаковки, грубому подрібненні та приготуванні дріжджової суспензії при

співвідношенні дріжджів і води приблизно 1:3 або 1:4. Температура суспензії має бути 26–32, але не вище 37 °С. Суспензію готують у емкостях з мішалкою.

Перед подачею на виробництво дріжджову суспензію необхідно пропустити крізь сито з отворами не більше 2,5 мм.

Заморожені дріжджі поступово розморожують при температурі 4–6, бажано — не вище 8 °С. Швидке розморожування знижує їх підйомну силу.

У разі необхідності проводять активацію пресованих дріжджів з метою виведення їх із стану анабіозу. У процесі активації дріжджові клітини стають фізіологічно активнішими, їх ферментативний комплекс переключається з аеробного дихання на спиртове бродіння (анаеробний процес), підвищується їх мальтазна активність, покращується підйомна сила.

Сутність активації така. Готується живильне середовище з борошна або борошняної заварки з доданням сировини, багаті на ферменти, цукри, водорозчинні білки тощо. Це може бути солод або ферментні препарати, цукор, соєве борошно чи інші добавки. У живильне середовище вносять дріжджі. Активацію проводять протягом 30–90 хв при 30–32 °С вологість живильного середовища 65–75 %.

Активацію дріжджів хорошої якості доцільно проводити при безопарному і прискореному способах приготування тіста. Якщо дріжджі мають низьку якість, їх ефективно активувати та використовувати переважно при опарному способі приготування тіста.

Активацію дріжджів А.Г.Гінзбург запропонував проводити таким способом. Готують заварку з 1,3–3,0 % борошна від загальної кількості його в тісті й води у співвідношенні 1:3, ретельно розмішуючи. При температурі 58–64 °С додають неферментований солод у кількості 0,2–0,4 % до маси всього борошна. Далі заварку розводять холодною водою до необхідної вологості. Коли заварка охолоне до температури 35 °С, додають 1,3–2 % пшеничного і 0,5 % соєвого борошна до загальної кількості борошна і вносять пресовані дріжджі. Після розмішування живильна суміш повинна мати температуру 30–32 °С. У цій суміші дріжджі активують близько 1 год. Активовані дріжджі подають на замішування опари або тіста. Живильне середовище можна готувати і без додання солоду і соєвого борошна. Підйомна сила за кулькою активованих цим способом дріжджів 8–9 хв, вологість 75–78 %, кислотність 3,5–4,5 град.

Є також спосіб активації, за яким заварку готують з борошна і води у співвідношенні 1:2,5 або 1:3, охолоджують до температури 63–65 °С і додають 1 кг борошна або неферментований солод, оцукрюють 15–20 хв. Оцукрену заварку охолоджують до температури 30–32 °С. В одержане живильне середовище вносять пресовані дріжджі, які активують протягом 1 год.

За іншим способом заварку охолоджують до температури 45–50 °С і додають амілоризин П10Х або Фунгаміл 0,002 кг на 100 кг борошна в тісті. Оцукрення триває протягом 1 год. Оцукрену заварку розводять холодною водою і при температурі 30–32 °С вносять дріжджі. Дріжджі активують протягом 1 год.

При виготовленні булочних або здобних виробів застосовують прискорений спосіб активації. За цим способом готують живильне середовище із борошна, води і цукру у співвідношенні 1:1,5:0,3. У цьому середовищі дріжджі активують 30–40 хв.

Сучасні активні пресовані дріжджі, наприклад дріжджі групи ЛЕСАФР, світового лідера по виробництву дріжджів, завдяки своїй високій бактеріальній чис-

тоті, ферментативній активності, якості упаковки зберігають свої технологічні властивості протягом 7 тижнів і не потребують активації. Перед подачею на виробництво їх розводять водою у співвідношенні 1:3 або 1:4.

Сушені дріжджі надходять на хлібопекарські підприємства упакованими в жерстяні банки місткістю 100–2000 г, у пакети з полімерних матеріалів — 10–2000 г або в паперові мішки по 10–25 кг чи ящики, вислані пергаментом, по 10–20 кг.

Сушені дріжджі дуже гігроскопічні. Вони швидко втрачають свою активність під дією кисню повітря і вологи. Тому їх зберігають у сухих, таких, що мають вентиляцію, приміщеннях при температурі, не вищій 15 °С.

Перед використанням сушені дріжджі необхідно активувати, попередньо розмочивши їх у воді з метою регідратації: 1 кг дріжджів рекомендується замочувати в шестикратній кількості теплої води. На цей час високоактивні сушені дріжджі виготовляють Львівський дріжджзавод «Ензим» і Трипільський біохімзавод. Ці дріжджі, окрім дріжджових клітин *Sacharomices cerevisiae*, містять емульгатор харчовий. Термін їх зберігання 5 місяців при температурі 15 °С. Перед використанням дріжджі розчиняють у воді з температурою 35–40 °С і гідратують протягом 15–20 хв. 1 кг цих дріжджів замінює 4 кг пресованих.

Сушені активні дріжджі інофірм, наприклад САФ-ЛЕВІЮР, в упаковці можна зберігати протягом двох років при кімнатній температурі у сухому затемненому місці. Ці дріжджі перед використанням необхідно розвести у воді при 38 °С у співвідношенні 1:4 або 1:5.

Сушені дріжджі цієї фірми типу «Інстант» у вакуумній упаковці також зберігають якість протягом 2 років. Вони не потребують попереднього зволоження, їх не активують, а вносять при замішуванні опари або тіста без попереднього розмочування. Ці дріжджі додають у тісто приблизно через 3–5 хв після початку змішування інших інгредієнтів.

Дріжджове молоко на хлібопекарські підприємства доставляють охолодженим до 3–10 °С в автоцистернах з термоізоляцією. На хлібозаводі дріжджове молоко зберігають при 2–15 °С в сталевих ємкостях з водяною сорочкою і мішалкою для періодичного перемішування з метою забезпечення однорідної консистенції по всій масі продукту.

Ємкості необхідно мити і дезінфікувати після кожного спорожнення. Термін зберігання дріжджового молока при температурі 5–10 °С — 2 доби, при 0–4 °С — 3 доби.

Оскільки концентрація дріжджів у дріжджовому молоці буває різною (400–560 г на 1 дм³), для зручності дозування його розводять водою до певної постійної концентрації.

Із ємкостей для зберігання дріжджове молоко відцентровим насосом подається у напірні баки. Необхідна кількість його відміряється дозатором. Для санітарної обробки ємкостей і трубопроводів до обладнання для зберігання дріжджового молока підводять холодну, гарячу воду, пару.

Перед пуском на виробництво дріжджове молоко доцільно пропустити через дротяне сито з розміром вічок не більше 2,5 мм.

Сіль постачають на хлібозаводи в мішках чи насипом у самоскидах або вагонах і зберігають в окремих сухих приміщеннях з відносною вологістю повітря не вище 75 % у засіках або ящиках з кришками у кількості з розрахунку 15-добової потреби.

Останнім часом сіль здебільшого зберігають у вигляді розчину в металевих

або залізобетонних ємкостях. Ємкості розділені на 3–4 відсіки перетинками з отворами-фільтрами: один відсік — для приймання солі, решта — для відстоювання розчину. У приймальний відсік засипають сіль і подають воду. Через отвори у трубопроводі, що розташований на дні відсіку, подають повітря. Вода, просочуючись через шар солі, утворює насичений розчин, який через фільтри переливається у відсіки для відстоювання, а з останнього з них насосом подається на виробництво. Сіль швидше розчиняється при температурі 30 °С і перемішуванні. З подальшим підвищенням температури розчинність солі практично мало змінюється.

Для забезпечення правильності дозування солі рекомендується готувати розчин із стабільною густиною, яку перевіряють ареометром. За густиною визначають концентрацію за *табл. 4.1*.

Таблиця 4.1. Концентрація хлориду натрію при різній відносній густині розчину і температурі 20 °С

Відносна густина	Вміст солі		Відносна густина	Вміст солі	
	% до маси розчину або кг на 100 кг розчину	% до об'єму розчину або кг на 100 л розчину		% до маси розчину або кг на 100 кг розчину	% до об'єму розчину або кг на 100 л розчину
1,0707	10	10,7	1,1394	19	21,6
1,0781	11	11,9	1,1473	20	22,9
1,0856	12	13,0	1,1553	21	24,3
1,0931	13	14,2	1,1633	22	25,6
1,1007	14	15,4	1,1714	23	26,9
1,1083	15	16,6	1,1796	24	28,3
1,1160	16	17,9	1,1879	25	29,7
1,1237	17	19,1	1,1963	26	31,1
1,1315	18	20,4	—	—	—

Так, при густині 1,1963 концентрація солі становить 26 %. Якщо концентрація розчину солі в останньому відсіку менша передбаченої, його перекачують у приймальний відсік для насичення.

При зберіганні солі в сухому вигляді для одержання чистого сольового розчину застосовують дво- і трикамерні солерозчинники, принцип роботи яких схожий з принципом роботи солерозчинника для зберігання солі у розчині, *рис. 4.6*.

Норми витрати солі передбачають дозу чистої солі за сухими речовинами. Різниця між вмістом товарної солі, витраченої на

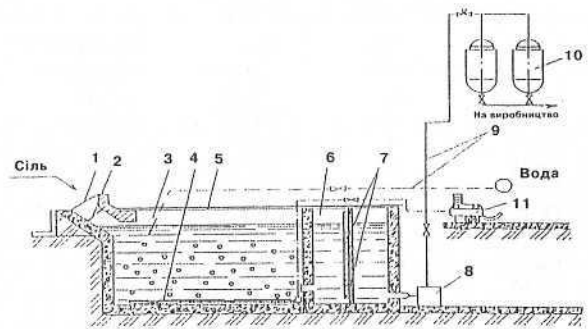


Рис. 4.6. Установка для зберігання солі та приготування очищеного сольового розчину: 1 — приймальна лійка; 2 — решітка; 3 — залізобетонна ємкість; 4 — барботер; 5 — щити; 6 — ємкість фільтра; 7 — фільтри; 8 — насос; 9 — трубопроводи; 10 — витратні резервуари; 11 — компресор

приготування сольового розчину, і фактичним вмістом чистої солі (NaCl) у розчині не повинна перевищувати масу сторонніх домішок, зазначених у сертифікаті на сіль (нерозчинний осад, волога, сторонні включення та ін.).

Сольовий розчин при замішуванні тіста дозують за рецептурою залежно від його густини.

Цукор надходить на підприємство у тканинних, поліпропіленових або паперових мішках. Мішки з цукром укладають на стелажі у штабелі по 8 рядів у висоту або завантажують у металеві бункери при безтарному зберіганні. Зважаючи на те, що цукор дуже гігроскопічний, склад повинен бути сухим, чистим, з відносною вологістю повітря 70 %. На хлібозаводі зберігають 15-добовий запас цукру-піску.

У виробництві цукор використовують у вигляді профільтованого розчину. У здобні виробки з низькою вологістю цукор вносять у сухому вигляді. При цьому його попередньо просіюють крізь сито з отворами 3 мм і пропускають крізь магнітні металовловлювачі.

Останнім часом на деякі підприємства надходить цукровий сироп. Сироп має концентрацію до 70 %, добре зберігається і транспортується по трубопроводах при температурі 40–60 °С. Його доставляють на хлібозаводи в автоцистернах і зливають у ємкості. Насосом сироп подають у напірні баки, а звідти — на виробництво. Термін його зберігання — не більше 2 діб.

На більшості підприємств розчин цукру готують густиною 1230–1300 кг/м³ (концентрація 50–62 %) у спеціальних цукророзчинниках — ємкостях з мішалкою. Температура цукрового розчину біля 40 °С. Приготовлений розчин перекачують у збірну ємкість, концентрацію цукру визначають за відносною густиною, табл. 4.2.

Таблиця 4.2. Концентрація цукру при різній відносній густині розчину і температурі 20 °С

Відносна густина	Масова частка цукру		Відносна густина	Масова частка цукру	
	% до маси розчину або кг на 100 кг розчину	% до об'єму розчину або кг на 100 л розчину		% до маси розчину або кг на 100 кг розчину	% до об'єму розчину або кг на 100 л розчину
1,1736	39	46,682	1,2774	58	73,936
1,1787	40	47,057	1,2832	59	75,555
1,1839	41	48,445	1,2891	60	77,187
1,1891	42	49,844	1,2950	61	78,733
1,1943	43	51,255	1,3010	62	80,494
1,1996	44	52,678	1,3069	63	82,168
1,2049	45	54,104	1,3130	64	83,858
1,2102	46	55,562	1,3190	65	85,561
1,2156	47	57,026	1,3252	66	87,280
1,2211	48	58,494	1,3313	67	89,013
1,2265	49	59,980	1,3375	68	90,761
1,2320	50	61,478	1,3437	69	92,524
1,2376	51	62,989	1,3500	70	94,302
1,2431	52	64,513	1,3563	71	96,095
1,2487	53	66,050	1,3626	72	97,904
1,2544	54	67,600	1,3690	73	99,728
1,2601	55	69,164	1,3750	74	101,567
1,2658	56	70,741	1,3819	75	103,422

На деяких підприємствах цукор зберігають у вигляді розчину 60–70%-ї концентрації. При такій концентрації в разі зниження температури може спостерігатися кристалізація сахарози. Щоб уникнути кристалізації, до цукрового розчину додають 2,5 % кухонної солі до маси цукру в розчині. Цукрово-сольовий розчин не кристалізується при температурі приміщення, добре транспортується, зберігає свої властивості протягом трьох місяців.

Цукор з мішків засипають у бак, що має мішалку для розчинення. Взимку воду для розчинення нагрівають до температури 50–60 °С. В отриманий розчин цукру з мірного бачка додають сольовий розчин густиною 1200 кг/м³. Цукор-пісок перед розчиненням не очищують. Цукрово-сольовий розчин очищують на фільтрі, що встановлений між баком і насосом. Вміст цукру і солі у цьому розчині контролюють цукроміром або рефрактометром РПЛ-3 при постійній концентрації солі, що дорівнює 2,5 % до кількості цукру в розчині. Для зручності контролю складена таблиця (табл. 4.3).

Таблиця 4.3. Вміст цукру в цукрово-сольовому розчині

Масова частка цукру в вихідному цукровому розчині, %	Масова частка СР у цукрово-сольовому розчині, %		Вміст у 100 г цукрово-сольового розчину, г	
	за цукроміром	за рефрактометром	цукру	солі
71	69,5	68,6	66,5	1,66
70	68,5	67,6	65,6	1,64
69	67,5	66,8	64,7	1,62
68	66,6	65,8	63,8	1,59
67	65,7	64,8	62,9	1,57
66	64,8	63,9	62,1	1,55
64	63,0	62,0	60,3	1,51
63	62,1	61,1	59,4	1,48
62	61,2	60,1	58,5	1,46
61	60,3	59,1	57,6	1,44
60	59,4	58,2	56,7	1,42

Густина цукрово-сольового розчину 70 % концентрації при температурі 20 °С повинна бути 1320 кг/м³ за ареометром.

Кількість кухонної солі в цукрово-сольовому розчині визначають титруванням нітратом срібла.

При розрахунку рецептур необхідно враховувати, що частина солі вноситься в тісто з цукрово-сольовим розчином.

Жири. Тверді жири, масло коров'яче, маргарин надходять у ящиках або бочках. У цій упаковці жири зберігаються на піддонах у холодному темному приміщенні або холодильнику з постійною циркуляцією повітря при температурі не вище 10 °С. Масло коров'яче при температурі, нижчій за 8 °С, зберігає якість до 3 місяців, у замороженому стані — 12 місяців. Маргарин зберігає якість при температурі 0–4 °С 2 місяці; 4–10 °С — 1,5.

Перед надходженням на виробництво жири розтоплюють. Для цього їх звільняють від упаковки, очищують поверхню від забруднення, подрібнюють на шматки, перевіряють внутрішній стан жиру і закладають у жиротопку. Жиротопка — це циліндричний бачок з сорочкою для обігріву, в якій циркулює гаряча вода або пара, мішалкою і фільтром. Температуру жиру контролюють за допомогою електроконтактного термометра.

При розтопленні маргарину температура його не повинна перевищувати 40–45 °С. При більш високій температурі відбувається розшарування маргарину на жир і воду, що призводить до порушення рецептури виробів.

Трубопроводи для транспортування розтоплених жирів повинні мати термоізоляцію.

При виготовленні окремих видів виробів жири застосовують у твердому стані. В цьому випадку жир подрібнюють і перевіряють на наявність сторонніх домішок.

Рідкий маргарин, рідкий хлібопекарський жир надходять на хлібозаводи в термоізованих автоцистернах, з яких їх перекачують у ємкості з пароводяними сорочками і мішалками для зберігання.

Виробничі витратні ємкості також мають термоізоляцію і мішалки. Для перекачування жиру застосовують шестирінчаті насоси.

Рідкий маргарин і рідкий хлібопекарський жир зберігають при температурі 17 ± 2 °С. Термін зберігання рідкого маргарину — не більше 2 діб з моменту вироблення, рідкого жиру — не більше 10 діб.

Олії (соняшникова, кукурудзяна, бавовняна, соєва, гірчична тощо) надходять на підприємство і зберігаються у бочках або цистернах у темних приміщеннях з температурою 19 ± 2 °С.

Розтоплені тверді жири, рідкі жири та олії перед подачею на виробництво проціджують крізь дротяне сито з отворами не більше 3,0 мм.

Жири у більшій мірі покращують якість виробів, якщо їх додавати у тісто у вигляді жиру-водних емульсій. До складу емульсії входять жир за рецептурою, вода і емульгатор. При приготуванні емульсії для виробів, що містять 5 % і менше жиру до маси борошна, у складі її має бути 50 % води, решта — жир і емульгатор. У разі вмісту більшої кількості жиру вода складає 30 % від маси емульсії. Емульсію вносять у тісто з розрахунку передбаченої рецептурою кількості жиру.

Яйця. Яйця зберігаються у холодильних камерах при температурі від 0 до 4 °С окремо від сильно пахнучих продуктів. Перед використанням яйця дезинфікують для знищення бактерій, головним чином кишкової палички, що є на поверхні. Для цього яйця в сітчастому ящику на 5–10 хв занурюють у 2 %-й розчин гідрокарбонату натрію, потім на 5–10 хв у 2 %-й розчин хлорного вапна або 0,5 %-й розчин хлораміну, після чого промивають під проточною водою протягом 3–5 хв. Для обробки яєць облаштовують спеціальне приміщення з трисекційними ваннами і столами.

Гусячі та качині яйця мають на поверхні хвороботворні бактерії. Їх дозволяють використовувати лише при виготовленні дрібноштучних, здобних виробів, сухарів. Для дезинфекції їх миють у 0,75 %-му розчині соляної кислоти, витримують 5–10 хв у 5 %-му розчині хлорного вапна, промивають 5 %-м розчином гідрокарбонату натрію або гіпосульфату натрію і водою. Продезинфіковані яйця розбивають по 3–5 шт. в окремий посуд, перевіряють на запахи і проціджують крізь сито з отворами не більше 3,0 мм у загальний посуд.

Для отримання окремо білка і жовтка останній затримують в одній частині шкаралупи, а потім виливають в окремий посуд. Шкаралупу гусячих і качиних яєць необхідно спалювати.

Яечний меланж надходить на підприємство у жерстяних банках. Термін зберігання його при температурі мінус 12 °С — до 8 місяців.

Меланж перед використанням розморожують при температурі 45 °С у ванні з водою приблизно 2–3 год і проціджують крізь сито з отворами 3,0 мм. Меланж краще проціджується, якщо його розвести водою у співвідношенні 1:1. Розмо-

рожений меланж необхідно використати протягом 3–4 год при температурі приміщення або однієї доби, якщо зберігати його при температурі 3 ± 1 °С.

Для змашування поверхні булочних виробів меланж змішують з водою у співвідношенні 4:1, після чого збивають.

Яечний порошок, упакований у жерстяні банки, фанерні бочки, паперові або картонні ящики, зберігають у сухому, темному приміщенні з температурою від мінус 2 до плюс 20 °С. Він також може зберігатись у герметичній тарі до 12 місяців, у негерметичній — до 6 місяців.

Яечний порошок просіюють і розводять водою у співвідношенні 1:(3–4), температура води 20 ± 2 °С. Для кращого змішування спочатку до порошку додають невелику кількість води, щоб отримати сметаноподібну консистенцію, потім воду, що залишилась, добре перемішують і проціджують крізь сито з отворами не більше 1,0 мм.

Молоко. Молоко коров'яче пастеризоване поставляють і зберігають у бідонах при температурі 0...8 °С не більше 36 год після пастеризації в приміщенні, що має добру вентиляцію. При такій же температурі у бідонах зберігають вершки, сметану і сир — до 3 діб. Молоко згущене з цукром і стерилізоване згущене молоко зберігають при температурі 0–10 °С і відносній вологості не більше 85 %.

Молоко сухе жирне і знежирене в герметичній і негерметичній упаковці зберігають при температурі 0–10 °С і відносній вологості повітря, що не перевищує 75 % — у негерметичній тарі; 85 % — у герметичній. В цих умовах сухе молоко в герметичній тарі можна зберігати 8 місяців, у негерметичній — 3 місяці.

Молоко згущене і сухе розводять водою при температурі 30 °С, згущене у співвідношенні 1:2, сухе — 1:10, перемішуючи протягом 15–20 хв.

Нативну молочну сироватку подачають у молочних автоцистернах або флягах. На підприємстві зберігають у ємкостях з водяною сорочкою при температурі 10–15 °С одну добу, при 4–5 °С — 3 доби. Перед подачею на виробництво сироватку нагрівають до температури 30–45 °С. Суху сироватку перед використанням змішують з гарячою водою (40–60 °С) у співвідношенні 1:2.

Молоко коров'яче пастеризоване, а також розведене згущене, розведене сухе і розведену суху сироватку проціджують крізь сито з отворами не більше 1,0 мм.

Всі системи для зберігання і транспортування сироватки необхідно щодобово промивати спочатку холодною водою, потім 3 %-ним освітленим розчином хлорного вапна, після чого — гарячою водою. Один раз на тиждень ємкості для зберігання сироватки необхідно мити теплою водою (35–40 °С) щітками.

Вода на хлібопекарські підприємства подається з місцевої мережі водопроводу, а при відсутності централізованого водопостачання — з артезіанських свердловин з обов'язковою побудовою внутрішнього водопроводу, незалежно від потужності підприємства і джерела водопостачання. Якість води, що витрачається для технологічних і побутових потреб, повинна відповідати вимогам нормативної документації на питну воду.

Бактеріологічний аналіз води здійснює санітарно-епідеміологічна станція відповідно до укладеного договору.

Воду, що використовується в технологічному процесі, доводять до необхідної температури, нагріваючи паром чи іншим способом.

Для забезпечення безперервного технологічного циклу виробництва, створення необхідного запасу і постійного тиску холодної та гарячої води у найвищій точці корпусу хлібозаводу передбачається приміщення, де встановлюють баки гарячої та холодної води. Баки ці проектують з ізоляцією і ставлять на піддони з

відведенням в каналізацію. Ізолюються також всі трубопроводи холодної (від конденсації) і гарячої води (від охолодження).

Об'єми водяних баків проєктують з розрахунку на 8-годинну витрату на всі виробничі потреби, включаючи витрати на душеве обладнання (1 зміна). Температура гарячої води має бути 70 °С.

Стічні води хлібопекарських підприємств можуть скидатись у міську (місцеву) каналізаційну сітку без попереднього очищення.

Інша сировина. Повидло, джем зберігають у бочках, банках, ящиках у сухих приміщеннях, обладнаних вентиляцією, при температурі від 0 до 20 °С.

Патоку зберігають у щільно закритих бочках або цистернах у прохолодному приміщенні. Патоку попередньо нагрівають до температури 40–45 °С для зменшення в'язкості. Допускається розведення водою для одержання розчину визначеної густини.

Перед подачею на виробництво патоку проціджують крізь сито з отворами не більше 3,0 мм.

Виноград сушений (без насіння) зберігають у мішках або ящиках у сухому приміщенні. Перед споживанням перебирають, промивають водою з температурою близько 40 °С і висипають на сито для стікання води.

Порошки плодів та овочеві зберігають у герметично закритій тарі. Перед використанням просіюють крізь сито № 1,8, пропускають крізь магнітні пристрої й змішують з водою у співвідношенні 1:3, 1:4 або 1:5 при температурі 40–45 °С.

Прянощі (аніс, кмін, коріандр, кориця, гвоздика, шафран та ін.) повинні зберігатись в щільно закритих ящиках на піддонах при температурі, не вищій 20 °С. Перед використанням їх просіюють: коріандр — крізь сито з круглими отворами 2,0–2,5 мм, кмін — 1,5 мм. При додаванні кмину, анісу і коріандру в заварку або тісто їх можна попередньо дробити. Подрібнення доцільно проводити порціями, оскільки при тривалому зберіганні подрібненої маси зникає аромат.

Мак просіюють крізь сито з отворами 2,0–2,5 мм, потім промивають водою на ситі з отворами 0,5 мм.

Горіхи, мигдаль та інші ядра обчищають від шкаралупи, а за її відсутності видаляють сторонні домішки і подрібнюють.

Ароматизатори (ванілін, арованілон, ванільний цукор, ефірні олії, есенції тощо) зберігають у герметичній тарі при температурі не вище 25 °С. Есенції ароматичні харчові зберігають у закритих затемнених приміщеннях. Ванілін або арованілон використовують у вигляді водної суспензії у співвідношенні ароматизатора і води 1:20 або 0,25:20 відповідно, чи спиртового розчину в співвідношенні ароматизатора і спирту 1:0,5; 0,25:0,5. Допускається для використання ванілін у сухому вигляді.

Хімічні розпушувачі (гідрокарбонат натрію, карбонат амонію) зберігають у мішках або барабанах ізольовано від нагрівальних приладів і прямих сонячних променів при температурі, не вищій 30 °С. Гідрокарбонат натрію перед споживанням просівають крізь сито з отворами 1,5–2,0 мм або розчиняють і проціджують крізь сито з отворами 1,0–1,5 мм.

Карбонат амонію розчиняють у холодній воді й проціджують крізь сито з отворами 1,5–2,0 мм.

Хімічні поліпшувачі (аскорбінова кислота, тіосульфат натрію та ін.), а також ферментні препарати і комплексні поліпшувачі, що використовуються в не-

лікій кількості, зберігають у лабораторії. Інші види поліпшувачів зберігають на складі підприємства у спеціально відведеному місці.

Підготовка поліпшувачів до виробництва здійснюється за технологічною інструкцією щодо використання поліпшувачів при виробництві хліба і хлібобулочних виробів.

Всі харчові добавки дозволяється використовувати згідно з чинними санітарними правилами по їх застосуванню і переліком харчових добавок, дозволених законодавством України для використання у харчових продуктах.

Контрольні питання до розділу 4

1. Які переваги має аерозольтранспорт перед механічним при внутрішньо-заводському транспортуванні борошна?
2. Які зміни відбуваються в борошні при зберіганні? Як це впливає на його хлібопекарські властивості?
3. Як зберігається борошно на виробництві?
4. Як борошно готується до виробництва?
5. За яких умов і як здійснюється змішування борошна?
6. Як готуються до виробництва хлібопекарські дріжджі різних видів: пресовані, сушені, інстантні?
7. Як готується сіль до використання у виробництві?
8. Як здійснюється підготовка цукру до використання у виробництві?
9. Які вимоги ставляться до зберігання і пуску у виробництво яєць і меланжу?
10. Як готуються сухі молочні продукти до використання у виробництві?
11. Які вимоги ставляться до води, що використовується у хлібопекарському виробництві?
12. Які є шкідники борошна? Які заходи по запобіганню їх появи?
13. Як готуються прянощі та ароматизатори до використання у виробництві?

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРИГОТУВАННЯ ТІСТА

Технологія виготовлення хлібних виробів відноситься до біотехнології. В основі її лежать мікробіологічні, біохімічні, колоїдні, хімічні та фізичні процеси, які у взаємодії забезпечують конверсію полімерів тіста, що обумовлює одержання кінцевого продукту із заданими властивостями. У борошні, що є сухим порошкоподібним продуктом, процеси перетворень протікають дуже повільно.

При замішуванні борошна з водою компоненти борошна утворюють гідратовану зв'язану масу — тісто. Гідратоване середовище, яким є тісто, наявність у цій масі внесеної бродильної мікрофлори приводять у дію комплекс складних біохімічних, мікробіологічних, колоїдних та інших процесів. Кожен з цих процесів виконує певну технологічну функцію у приготуванні тіста, але домінуючими серед них є мікробіологічні, тобто процеси бродіння. Саме вони, впливаючи на колоїдні та біохімічні процеси, з одного боку, і будучи залежними від продуктів перетворень, що накопичуються в тісті в результаті цих процесів, з іншого боку, відіграють вирішальну роль у технології приготування хлібних виробів.

У технології приготування тіста розпізнають стадію утворення (замішування) тіста і стадію його дозрівання. Комплекс процесів, що відбуваються на цих стадіях, і обумовлює здатність тіста при випіканні з нього хліба забезпечити високу якість готових виробів.

Знання і розуміння цих процесів дозволяють направлено впливати на їх хід, регулювати їх дію з метою одержання продукції високої якості.

Поняття *утворення тіста* має на увазі одержання в результаті замішування борошна з водою та іншими інгредієнтами однорідної маси, що не містить слідів непромісу, має задану вологість і певні структурно-механічні властивості.

Основними процесами, що обумовлюють утворення тіста, є фізико-хімічні та колоїдні, роль біохімічних і мікробіологічних процесів на цій стадії приготування тіста незначна.

Поняття *дозрівання тіста* об'єднує мікробіологічні, колоїдні, біохімічні, фізико-хімічні процеси, що відбуваються в тісті після його утворення і забезпечують якість тіста, оптимальну для його оброблення, вистоювання й випікання.

У тісті, що дозріло, структурно-механічні властивості мають бути оптимальними для формування тістових заготовок, забезпечувати збереження тістовою заготовкою своєї форми під час вистоювання й випікання.

Під час дозрівання тіста відбувається його розпушення, збільшення об'єму.

У приготуванні виробів з пшеничного тіста застосовується біохімічний спосіб розпушення, який передбачає застосування пресованих або сушених хлібопекарських дріжджів дріжджового молока, а також рідких дріжджів і дріжджових заквасок. Житне тісто готується на спеціальних заквасках, що містять гомо- і гетероферментативні мезофільні молочнокислі бактерії та кислотоустійкі раси дріжджів.

Біохімічний спосіб розпушення тіста полягає в тому, що дріжджі та деякі види молочнокислих бактерій зброджують цукри з утворенням діоксиду вуглецю і спирту. Діоксид вуглецю частково розчиняється в рідкій фазі тіста, а, в основному, затримується клейковинними плівками тіста і надає йому пористої структури.

У тісті, що дозріло, активність дріжджових клітин і наявність речовин, необхідних для їх живлення (цукрів, амінокислот) мають забезпечити потрібну інтенсивність бродіння у сформованих тістових заготовках під час вистоювання і в перший період випікання.

Під час дозрівання у тісті накопичуються основні й побічні продукти бродіння. У дозрілому тісті кількість цукрів і продуктів гідролізу білків повинна бути достатньою для реакції меланоїдиноутворення під час випікання, що забезпечує характерне забарвлення скоринки хліба й обумовлює специфічний смак і аромат, притаманні хлібу.

5.1. Утворення тіста

Під час змішування борошна з водою та іншими інгредієнтами (сировиною) утворюється борошняна маса зі специфічними фізичними властивостями. Її називають *тістом*.

В утворенні тіста беруть участь здатні до набухання біополімери борошна: білки, крохмаль, пентозани, а також оболонкові частинки. У процесі перемішування компонентів тіста відбуваються складні фізико-хімічні, колоїдні, біохімічні перетворення складових борошна під дією води, що поглинається ними, і ферментних систем.

На початку змішування компонентів тіста з водою відбуваються такі процеси, як *змочування* частинок борошна, *сорбція* й *агломерація*. При подальшому змішуванні їх відбувається *гідратація*, *набухання* й *пептизація* високомолекулярних органічних сполук борошна. На цьому етапі утворюється маса, що набухла — тісто.

5.1.1. Процеси, що відбуваються під час утворення тіста

Пшеничне тісто. Першорядна роль в утворенні пшеничного тіста відводиться *білкам*. Білки зв'язують воду осмотично — 75 і адсорбційно — 25 %.

Вважається, що при утворенні пшеничного тіста відбувається насамперед осмотичне зв'язування води спочатку *вільним проміжним білком*, потім білком, що оточує і скріплює окремо лежачі зерна крохмалю (прикріплений білок), і ще пізніше білком, що міститься в більш крупних частинках борошна.

Поглинаючи воду осмотично, білова молекула розпушується, значно збільшується в об'ємі.

Під час замішування в результаті механічної дії набухлі, збільшені в об'ємі водонерозчинні білкові речовини (клейковинні білки) виходять за межі міжкромальної щільності у вигляді джгутиків, плівок, злипаються між собою і утворюють тримірну *губчасто-сітчасту неперервну структуру*, так званий клейковинний каркас, який надає тісту еластичності та пружності. В цей каркас вкраплені зерна

крохмалю, нерозчинні пентозани, частинки оболонки зерна. Мікроструктура тіста представлена на *рис. 5.1*. Білки клейковинного каркасу при набуханні осмотично поглинають не лише воду, але й розчинені або пептизовані складові борошна і тіста, що містяться в його рідкій фазі.

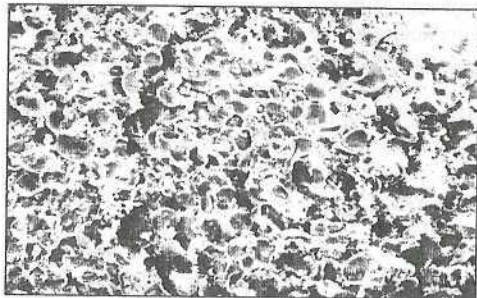


Рис. 5.1. Мікроструктура тіста: біла сітка — клейковинний каркас; темні овальні вclusions — крохмальні зерна (x500)

На початку замішування утворюється нееластична маса. Під час подальшої механічної обробки тіста відбувається *деполімерізація* клейковинних білків внаслідок розриву дисульфідних зв'язків між пептидними ланцюгами, а також розщеплення нековалентних зв'язків — водневих, гідрофобних і сольових містків. Структура клейковинного каркасу перебудовується, він набуває пластичності.

Вважається, що механізм пластифікації полягає в тому, що спіральні поліпептиди розпушеної білкової молекули відщеплюються, розтягуються в білкові плівки і розташовуються у вигляді пластин, в яких включені зерна крохмалю.

Внаслідок розпушення білкової молекули, ослаблення міцності міцелярного каркасу інтенсифікуються осмотичні процеси, повніше набухають білки, підвищується кількість зв'язаної води, в результаті чого тісто стає сушішим на дотик, еластичним, плівки клейковини набувають здатності затримувати диоксид вуглецю.

На швидкість процесів, які відбуваються на різних етапах замішування, впливають співвідношення між кількістю борошна і води, температура тіста, сорт борошна, вміст у ньому білків, крупнота помелу, інтенсивність замішування.

Процеси гідратації та набухання білків відбуваються тим швидше, чим більше води в тісті. Максимальне набухання білків відбувається при температурі 30 °С, коли білок поглинає води 2,0–2,5 г/г. При вищій температурі набухання білків зменшується.

Частина білків набухає необмежено і переходить у стан в'язкого колоїдного розчину.

Крохмаль складає основну масу борошна. Під час змішування борошна з водою він зв'язує воду швидше, ніж білок. Зерна крохмалю зв'язують воду в основному адсорбційно, і лише незначна частина її зв'язується мікрокапілярами.

При цьому об'єм крохмальних зерен збільшується незначно. Швидкість і величина водопоглинання залежать від стану крохмального зерна. Цілі зерна крохмалю поглинають максимальну 0,3–0,4 г/г води на суху речовину, а ушкоджені — 2–3 г/г. Тому із збільшенням вмісту ушкоджених зерен крохмалю водопоглинальна здатність борошна підвищується.

Оскільки крохмаль зв'язує воду швидше, ніж білок, при надмірній кількості ушкоджених зерен вода швидко поглинається крохмалем, її може не вистачити для набухання білків, тоді тісто не набуває еластичності. Вважається, що в пшеничному борошні нормальної якості ушкоджених зерен має бути не більше 15 % всіх зерен крохмалю.

Для утворення тіста з еластичною структурою потрібно, щоб клейковинні білки були еластичними і огортали тонкою плівкою всі зерна крохмалю. Якщо

білків недостатньо або клейковина не еластична, тісто матиме низьку газоутримувальну здатність.

Пентозани, що містяться в пшеничному борошні, як водорозчинні, так і нерозчинні у воді, відіграють суттєву роль в утворенні тіста з певними структурно-механічними властивостями. У пшеничному сортовому борошні їх вміст складає 2,1–3,4, а обойному — до 7,0 % на суху речовину. Водорозчинні пентозани в тісті утворюють в'язкі розчини. В'язкість їх значно перевищує в'язкість білкових розчинів тієї ж концентрації. Пентозани поглинають воду в основному осмотично.

Як відзначалося раніше, водорозчинні пентозани поглинають в 15, а нерозчинні — в 10 разів більше води по відношенню до їх маси. Завдяки цьому вони значно підвищують водопоглинальну здатність тіста, змінюють його консистенцію.

Поряд з високою водопоглинальною здатністю пентозани можуть утворювати з білками агломерати, що також сприяє підвищенню в'язкості тіста, покращанню його пластичності.

Під час замішування тіста з борошна високого виходу певну частину води адсорбційно зв'язують оболонкові частинки борошна. Вони мають більшу на 20 % здатність зв'язувати воду, ніж борошно. Тому зі збільшенням виходу борошна підвищується його водопоглинальна здатність внаслідок збільшення вмісту висівкових частинок.

У процесі замішування тіста значна частина ліпідів переходить у зв'язаний стан з білковими речовинами. Це сприяє покращанню еластичності тіста.

Вважається, що поглинута і зв'язана вода між компонентами тіста розподіляється таким чином, %: цілі зерна крохмалю — 26,4; ушкоджені зерна крохмалю — 19,1; білки клейковини — 31,2; пентозани — 23,4.

В утворенні тіста певну роль відіграє поглинання тістою заготовкою під час замішування деякої кількості повітря. Внаслідок оклюзії повітря зменшується густина тіста, воно збільшується в об'ємі. Кисень повітря, що поглинається, взаємодіє з компонентами тіста, особливо з ліпідами, відбувається окислення білкових сполук тіста, змінюється його консистенція.

У тісті, що утворилося в результаті замішування борошна з водою та іншими компонентами, одночасно наявні три фази: тверда, рідка, газоподібна.

Тверду фазу складають нерозчинні білки, що утворюють у тісті клейковинний каркас і надають йому розтяжності та еластичності; крохмаль і частинки оболонки зерна, а також нерозчинні пентозани роблять тісто пластичним.

Рідка фаза є в'язким розчином, який складається зі зв'язаної адсорбційно складовими борошна води, розчину солей, цукрів, водорозчинних білків, пентозанів. У пшеничному борошні частина цієї фази частково осмотично поглинається білками, а решта омиває набухлі білки, зерна крохмалю, частинки оболонки.

Газоподібна фаза утворюється внаслідок насичення тіста кульками повітря під час замішування, незначного виділення диоксида вуглецю дріжджами, частково вноситься в тісто з борошном і водою. Частина кульок повітря знаходиться у вигляді емульсії газу в рідкій фазі тіста, а частина — у вигляді кульок, що включені в набухлі білки. Вважається, що в замішеному тісті міститься до 10 % газоподібної фази. Кисень цієї фази знижує дезагрегацію білків протеолітичними ферментами борошна.

Таким чином, тісто є полідисперсною біолоїдною системою. Від співвідношення фаз у цій системі залежать фізичні властивості тіста. Зі збільшенням вмісту рідкої фази тісто стає липким.

Швидкість утворення тіста, його властивості залежать від складу і стану колоїдів у цій системі.

Під час замішування тіста фізичні, колоїдні, біохімічні процеси відбуваються одночасно і впливають один на одного.

Процеси, що сприяють адсорбційному і осмотичному зв'язуванню вологи, збільшенню об'єму твердої фази, обумовлюють утворення тіста густої консистенції, еластичного, сухого на дотик.

Процеси, що приводять до дезагрегації та необмеженого набухання, пептизації біополімерів і, у зв'язку з цим, збільшенню вмісту рідкої фази в тісті, погіршують консистенцію тіста, роблять його липким.

Інтенсивність цих процесів у значній мірі залежить від сили борошна. Складові слабкого борошна в більшій мірі схильні до ферментативної дезагрегації й тому утворюють тісто з низькими структурно-механічними властивостями.

Механізм утворення тіста й роль різних процесів при цьому наочно ілюструють фаринограми замішування пшеничного тіста (рис. 5.2).

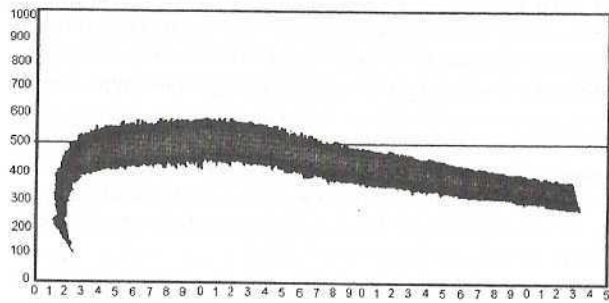


Рис. 5.2. Фаринограма пшеничного тіста

Як видно з фаринограми, через 1–2 хв після замішування крива досягає певного максимуму. Це характеризує перехід змішаної сировини у стан зв'язаної маси. Під час подальшого замішування внаслідок процесів набухання й дії гідролітичних фер-

ментів спостерігається утворення нової консистенції з певною еластичністю і пружністю. У результаті пластифікації клейковинного каркасу крива досягає другого максимуму. Цей період складає 4 — 5 хв. Після цього в результаті поглиблення процесів ферментативної та механічної дезагрегації білків, а також їх пептизації, які переважають у цей період, процесу набухання, відбувається поступове розрідження консистенції тіста. Тісто із пшеничного борошна є твердо-рідким тілом. Воно одночасно має пружно-еластичні та пластично-в'язкі властивості. Причому еластичність, в основному, обумовлена білками клейковини, а пластично-в'язкі властивості — крохмалем, пентозанами і оболонками.

На швидкість утворення тіста і його фізичні властивості значно впливає температура, тому вона є одним із параметрів, що задаються під час приготування тіста. Вона залежить від температури сировини і регулюється температурою води, що призначена для замішування тіста. У процесі замішування температура тіста дещо підвищується внаслідок перетворення частини механічної енергії замішування в теплову, а також екзотермічності процесів гідратації частинок борошна. Нормальною вважається початкова температура тіста 28–30 °С.

Підвищення температури на початку замішування прискорює утворення тіста, але в подальшому внаслідок інтенсифікації гідролітичних процесів це може призвести до зниження в'язкості тіста, погіршення його реологічних властивостей.

Житнє тісто. Внаслідок специфічності білково-протеїназного і вуглеводно-амілазного комплексів житнього борошна в процесі утворення з нього тіста колоїдні та біохімічні процеси відбуваються набагато інтенсивніше, ніж у тісті з пшеничного борошна.

Під час змішування житнього борошна з водою воно поглинає значно більше води, ніж пшеничне. Так, водопоглинальна здатність житнього обойного борошна складає 78–82 %, тоді як пшеничного — до 70 %.

Висока водопоглинальна здатність житнього борошна обумовлена швидким набуханням білків, підвищеною гідратаційною здатністю пентозанів, значна частина яких водорозчинна.

Оскільки значна частина білків житнього борошна необмежено набухає і не утворює клейковинного каркасу, у тісті формується в'язка рідка фаза. Основними її складовими є необмежено набухлі, пептизовані білки і водорозчинні пентозани.

Тверду фазу житнього тіста складають частково набухлі зерна крохмалю, що адсорбували на своїй поверхні частину вільної води тіста, обмежено набухлі білки, нерозчинні пентозани, частинки оболонок. Така структура житнього тіста обумовлює його високу в'язкість і пластичність. Оскільки гліадин і глютенін житнього борошна не утворюють клейковинного каркасу, еластичність і пружність тіста незначні.

На фізичні властивості житнього тіста впливає співвідношення пептизованих і обмежено набухлих білків, яке в значній мірі залежить від кислотності житнього тіста. Формоутворювальна здатність його забезпечується в'язкістю, а газотримувальна обумовлена величиною поверхневого натягу.

Аналіз фаринограми замішування житнього тіста (рис. 5.3) свідчить про те, що порівняно з пшеничним воно значного швидше утворюється, має нижчу пружність меншу стабільність, швидше розріджується. Це є наслідком з одного боку обмеженого набухання крохмалю та високої гідратації білків і пентозанів, а з іншого боку — дезагрегації полімерів житнього борошна під дією гідролітичних ферментів.

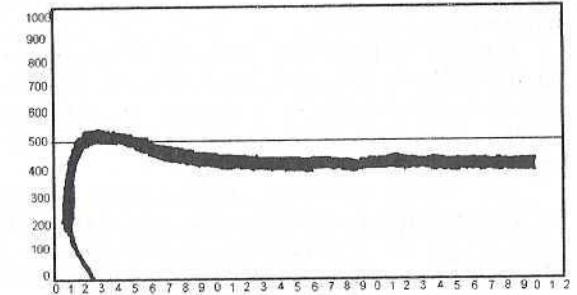


Рис. 5.3. Фаринограма житнього тіста

5.1.2. Вплив способів замішування на процеси утворення тіста

Під час замішування тістова маса, що утворюється з різних компонентів, піддається певній механічній дії, тобто обробляється з певною інтенсивністю.

Інтенсивність механічної обробки тіста характеризується питомою енергією, що витрачається під час замішування. Величина інтенсивності обробки виражається в Дж/г тіста.

Інтенсивність механічної обробки має забезпечити структурно-механічні властивості тіста, оптимальні для подальших процесів його дозрівання, оброблення і випікання.

Залежно від сили борошна, ВНДІХП були визначені такі оптимальні величини питомої енергії, потрібної для замішування пшеничного тіста при безопарному способі його приготування: для борошна із слабкою клейковиною — 15–20, середньою за силою — 25–40, сильною — 40–50, короткорваною — 45–55 Дж/г тіста.

Українськими вченими Н.І.Берзіною, В.Г.Юрчак встановлено, що оптимальна величина затрати енергії на замішування тіста залежить також від таких технологічних факторів, як рецептура тіста (наявність у ньому цукру й жиру), від сорту борошна, кількості дріжджів у тісті. Так, при температурі замішування тіста 29 °С треба 33, а при 35 °С — лише 26 Дж/г. Під час опарного способу приготування тіста з борошна першого сорту оптимальні витрати питомої енергії складають 33, при безопарному — 41 Дж/г.

Інтенсивність замішування тіста залежить від конструкції тістомісильної машини, частоти обертання місильного органу, його конфігурації. Залежно від виду місильної машини розрізняють *періодичний* (порційний) і *безперервний* способи замішування тіста. При порційному замішуванні застосовують тихохідні машини, швидкісні (машини інтенсивного замішування) і супершвидкісні машини. Виходячи з цього, розрізняють: звичайне замішування, подовжене, інтенсивне і швидкісне. Кінцевою метою кожного з них є досягнення в результаті замішування оптимальних реологічних властивостей тіста, які забезпечують потрібну якість виробів.

Прикладом звичайного замішування є замішування на тихохідних машинах Т1-ХТ2А, А2-ХТБ з підкатними діжами. У цих машинах частота обертання місильного органу 25–50 хв⁻¹, тривалість замішування 8–9 хв, питома робота складає 5–12 Дж/г. Замишування не супроводжується помітним підвищенням температури.

Представниками машин, що забезпечують інтенсивне замішування, є тришвидкісна машина РЗ-ХТИ, яка має швидкості 60/90/120; МТМ-330 має швидкості 50/70/103; двошвидкісна машина «Прима»-160 має швидкості 35/70; МТМ-120 має швидкості 60/120 хв⁻¹, угорська машина ЕШТ — 125 хв⁻¹.

У швидкісних машинах замішування супроводжується підвищенням температури тіста на 3–5 °С, питома робота замішування становить 15–30 Дж/г. Тривалість замішування при верхній швидкості складає 3–5 хв. Для швидкісного замішування відомі супершвидкісні машини ІМК-150, англійська машина «Твіді» та інші. Тривалість замішування в цих машинах вимірюється в секундах. Під час замішування температура тіста підвищується на 10–15 °С, питома робота замішування становить 30–45 Дж/г. Ці машини мають пристрій для охолодження.

Процес замішування тіста можна розділити на *три стадії*. На першій сировина механічно змішується та зволожується. У процесі подальшого замішування на другому етапі відбувається набухання біополімерів, їх злипання, утворення тістової маси. На третій стадії тістова маса пластифікується, в результаті чого набуває пластичності, пружності та еластичності. На цьому етапі відбуваються основні витрати енергії, що йде на формування реологічних властивостей. Тому в дво- і тришвидкісних машинах перші стадії замішування виконують при нижній, а пластифікацію — при верхній швидкості місильного органу.

Посилення механічної обробки в машинах періодичної дії досягається також шляхом подовження терміну замішування до 20–25 хв. Тому поряд зі звичайним, інтенсивним і швидкісним розпізнають ще подовжене замішування.

Сьогодні під інтенсивним замішуванням розуміють різні способи, що забезпечують збільшення витрат питомої роботи на замішування тіста.

У машинах *безперервної дії* (Х-12, Х-26, І8-ХТА-12/1, А2-ХТТ) здійснюється неінтенсивний заміс, питома робота замішування в цих машинах становить 7,2–10,8 Дж/г. Для підвищення інтенсивності обробки тіста після замішування в безперервно діючих машинах його додатково обробляють шнеком. Прикладом може бути установка ХТУ-Д. У цьому випадку питома робота на замішування підвищується до 15–20 Дж/г.

Відомі високоінтенсивні машини безперервної дії, які виготовляються інофірмами. Це німецькі машини «Контінуа»; фірми «Вернер унд Пфляйдерер»; чехословацька машина марки «Топос» та інші.

Питомі затрати енергії для замішування тіста з житнього борошна значно нижчі, ніж для пшеничного. Так, дослідженнями, проведеними у КТІХП, встановлено, що на замішування тіста з житньо-пшеничного борошна у співвідношенні 50:50 оптимальними є затрати питомої енергії 6–8,5 Дж/г. При підвищенні вмісту житнього борошна в тісто вони знижуються.

Надмірна механічна обробка житнього тіста призводить до зменшення його в'язкості та погіршення якості хліба.

Численними дослідженнями встановлено, що зі збільшенням інтенсивності обробки утворення тіста прискорюється. Внаслідок того, що посилена механічна дія сприяє частковій дезагрегації макромолекул білків, відбувається їх перебудова, розриваються внутрішні та міжмолекулярні зв'язки, утворюються нові. Це покращує еластичність пшеничного тіста. Зростає гідроліз білків, гідролітичний розклад крохмалю, збільшується вміст водорозчинних речовин, зменшується в'язкість тіста, відбувається повніше набухання клейковини і крохмальних зерен, зменшується кількість вільної води, швидше формуються структурно-механічні властивості тіста. Завдяки підвищенню оклюзії кисень повітря інтенсивніше окислює пігменти борошна. Всі ці фактори сприяють прискоренню дозрівання тіста.

При застосуванні інтенсивного замішування оптимум питомої роботи потрібно визначати в кожному конкретному випадку, щоб запобігти руйнуванню клейковинного каркасу внаслідок надмірної механічної дії.

5.2. Дозрівання тіста

На стадії дозрівання тіста в ньому відбуваються глибокі зміни у вуглеводно-амілазному і білково-протеїназному комплексах борошна. Внаслідок цього тісто набуває певної еластичності, пружності, в'язкості та пластичності. В ньому накопичуються речовини, що беруть участь у формуванні смаку й аромату готових виробів.

В основі процесів, що відбуваються під час дозрівання тіста, лежать життєдіяльність мікроорганізмів, активізація ферментативної діяльності, взаємодія полімерів тіста з водою.

5.2.1. Мікробіологічні процеси при дозріванні тіста

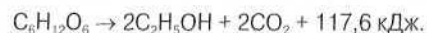
Основною мікрофлорою тіста є дріжджові клітини і молочнокислі бактерії. У тісті спостерігається симбіоз цих мікроорганізмів.

Молочнокислі бактерії продукують молочну кислоту, яка підкислює середовище, створюються сприятливі умови для розвитку дріжджів. Молочна кислота пригнічує інші мікроорганізми, продукти життєдіяльності яких токсичні для дріжджів. У свою чергу дріжджі у процесі бродіння збагачують середовище азотистими речовинами й вітамінами, необхідними для розвитку бактерій. Для життєдіяльності дріжджів і молочнокислих бактерій тіста сприятливим є слабо кисле середовище, що має рН 4–6 і температуру 28–35 °С.

Основними процесами під час дозрівання тіста є спиртове і молочнокисле бродіння. Процеси спиртового і молочнокислого бродіння є ланцюгом складних перетворень, що обумовлені взаємодією ферментів дріжджів і кислотоутворюючих бактерій тіста та ферментів борошна. При цьому дріжджові клітини і молочнокислі бактерії споживають речовини, розчинені у рідкій фазі тіста (це переважно продукти ферментативного гідролізу складових борошна) і виділяють у тісто продукти бродіння.

Спиртове бродіння. Основним збудником спиртового бродіння є дріжджі — сахароміцети *Saccharomycetes cerevisiae*. Спиртове бродіння, викликане дріжджами, забезпечує розпушування тіста і суттєво впливає на формування його структурно-механічних властивостей. Цей процес починається під час замішування тіста, продовжується при його дозріванні, обробленні, вистоюванні та в перші хвилини випікання, поки температура тістової заготовки не досягне 45–50 °С.

Спиртове бродіння тіста — складний біохімічний процес перетворень глюкози і фруктози під дією ферментів дріжджової клітини. Цей процес супроводжується виділенням теплоти і характеризується таким кількісним співвідношенням основних продуктів:



Механізм спиртового бродіння тісно пов'язаний з ендегенною природою бродильних ферментів. Збродження моносахарів відбувається всередині клітини і тому ефективність цього процесу залежить від активності ферменту L-глюкоперміази, що каталізує перенесення цукру через цитоплазматичну мембрану дріжджової клітини, тобто від проникливості цитоплазматичних мембран.

Молекули цукру, що містяться в бродильному середовищі, дифундують внаслідок осмотичного тиску через оболонки дріжджової клітини. Всередині клітини ендферменти розщеплюють цукри. Продукти бродіння, що утворились при цьому, осмогують із клітини в середовище. Проникливість цитоплазматичних мембран дріжджових клітин збільшується з підвищенням температури. Це призводить до інтенсифікації бродіння.

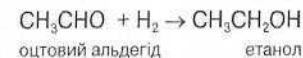
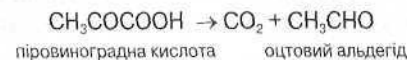
Спиртове бродіння — це анаеробний процес, який здійснюється через низку проміжних продуктів.

У сучасній схемі спиртового бродіння налічується 10–12 фаз біохімічних перетворень гексоз під дією комплексу ферментів дріжджів.

Спрощено можна розглядати три етапи спиртового бродіння. На першому етапі відбувається фосфорилування і розпад гексоз, на другому — утворення пірвіноградної кислоти, на третьому — утворення етилового спирту внаслідок де-

карбоксилювання пірвіноградної кислоти з утворенням ацетальдегіду, діоксиду вуглецю і подальше ферментативне відновлення ацетальдегіду в етиловий спирт.

Під час спиртового бродіння після утворення пірвіноградної кислоти процес проходить такі стадії:



Окрім етилового спирту і діоксиду вуглецю з'являється низка побічних продуктів спиртового бродіння, що утворюються не з цукру, а з речовин, які містяться у зброджуваному субстраті: гліцерин, масляна, бурштинова, оцтова, молочна кислоти, ацетальдегід та інші органічні сполуки.

Хлібопекарські дріжджі зброджують всі основні цукри тіста: глюкозу, фруктозу, а також сахарозу і мальтозу після їх ферментативного розкладу на моносахари. Безпосередньо бродильні ферменти дріжджів зброджують лише глюкозу; фруктозу і мальтозу вони зброджують після того, як фруктоїзомераза і α -глюкозидаза (мальтаза) перетворить їх у глюкозу. Протягом перших 1–1,5 год після замішування тіста дріжджі зброджують власні цукри борошна, а саме — глюкозу, фруктозу, сахарозу, живляться амінокислотами та іншими потрібними для їх життєдіяльності водорозчинними сполуками, що містяться в рідкій фазі тіста.

Подальша життєдіяльність дріжджів пов'язана зі станом вуглеводно-амілазного і білково-протеїназного комплексів борошна, які в результаті свого функціонування забезпечують дріжджові клітини поживними речовинами.

Внаслідок ферментативного гідролізу амілолітичними ферментами крохмалю і продуктів його гідролізу в тісті безперервно накопичується мальтоза. Мальтоза є основним енергетичним матеріалом для життєдіяльності дріжджів. Інтенсивність процесу утворення мальтози в значній мірі залежить від стану крохмальних зерен, тобто від податливості крохмалю амілолізу та від активності амілолітичних ферментів борошна.

У тісті після збродження дріжджами власних цукрів борошна спостерігається період певного затухання процесу бродіння, яке з часом знову активується. Це явище дослідники пояснюють адаптацією ферментативного комплексу дріжджів до зброджування мальтози.

Якщо в рецептурі тіста є сахароза, вона екзоферментом сахаразою ще зовні клітини гідролізується на глюкозу і фруктозу, які швидко зброджуються дріжджами. Тому при достатній кількості внесеної в тісто сахарози процес затухання бродіння значно пом'якшується або зовсім не спостерігається.

При двофазному способі приготування тіста дріжджові клітини адаптуються до борошняного середовища в першій фазі (опарі), і в другій фазі (тісті) бродіння відбувається рівномірно, рис. 5.4.

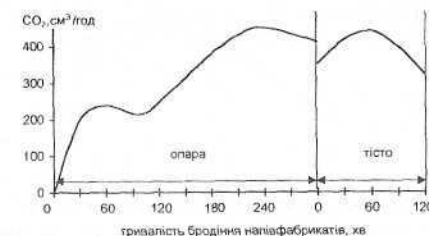


Рис. 5.4. Інтенсивність газоутворення при бродінні опарі і тіста

Інтенсивність бродіння тіста в значній мірі залежить від кількості дріжджів у тісті та їх якості, а саме — підйомної сили, зимазної та мальтозної активності, осмочутливості. На інтенсивність бродіння суттєво впливають температура тіста, рН середовища, вміст у рідкій фазі тіста потрібної для живлення дріжджів кількості цукрів, азотмістких сполук, мінеральних речовин, вітамінів, а також концентрація кухонної солі, склад рецептури, інтенсивність замішування тіста.

Найбільше на інтенсивність бродіння впливає температура. При підвищенні температури тіста з 25 до 35 °С інтенсивність бродіння зростає майже вдвічі, при 35 °С спостерігається максимальна інтенсивність бродіння. При 45–50 °С життєдіяльність дріжджів затухає.

Для пшеничного тіста характерним є значення рН від 5,0 до 6,0. Цей інтервал рН є оптимальним для життєдіяльності хлібопекарських дріжджів, що позитивно впливає на інтенсивність бродіння тіста.

Сіль у кількості, передбаченій рецептурою (1,3–2,0 %), дещо пригнічує процес зброджування цукрів дріжджами.

На активність бродіння впливає також концентрація цукру в рідкій фазі тіста. Оптимальною концентрацією цукру, коли бродіння протікає найбільш інтенсивно, є 2,5–3 %.

Зниження активності дріжджів при підвищеному вмісті солі або цукру в тісті пов'язане з їх осмочутливістю, тобто чутливістю дріжджових клітин до осмотичного тиску в рідкій фазі, який залежить від концентрації в ній водорозчинних речовин.

Стимулюючий вплив на інтенсивність бродіння має наявність у живильному середовищі вітамінів групи В, РР, біотину та ін. Недостатня кількість вітамінів може призвести до зменшення інтенсивності бродіння на 25 %.

Суттєво впливає на інтенсивність бродіння наявність достатньої кількості амінокислот, амідів, що накопичуються в рідкій фазі внаслідок протеолізу, а також сульфатів і фосфатів.

На життєдіяльність дріжджів впливає вміст етанолу. В міру накопичення спирту в рідкій фазі тіста життєдіяльність дріжджів пригнічується і процес бродіння гальмується. Вважається, що критичною є концентрація етанолу в рідкій фазі тіста 2 % (за об'ємом). При більшій концентрації інтенсивність бродіння падає. Це може бути причиною того, що в безопарному тісті з часом інтенсивність бродіння падає, незважаючи на наявність достатньої для живлення дріжджів кількості цукрів.

На хід бродіння впливає також диоксид вуглецю. Він частково розчиняється в рідкій фазі — 2 г/л, частково адсорбується на поверхні дріжджової клітини, перешкоджає проникненню поживних речовин у клітину, знижує швидкість бродіння.

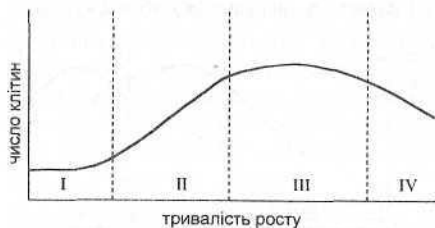


Рис. 5.5. Крива розмноження дріжджів у тісті:

I — період адаптації; II — період росту;
III — період зрілості; IV — період відмирання

Під час спиртового бродіння в борошняному напівфабрикаті поряд із накопиченням спирту й диоксида вуглецю спостерігається збільшення біомаси дріжджів.

Життєдіяльність дріжджової клітини в тісті можна поділити на чотири періоди (рис. 5.5).

У першому періоді дріжджові

клітини пристосовуються до існування в анаеробних умовах борошняного середовища.

Другий період — період швидкого росту — характеризується активним розмноженням дріжджів і накопиченням у борошняному середовищі продуктів енергетичного обміну спирту й диоксида вуглецю. У цей період спостерігається збільшення об'єму тіста. Подовження цього періоду можна досягти, поліпшуючи живлення мікроорганізмів і видаленням продуктів обміну. Це досягається шляхом обминання тіста.

Основними факторами, що впливають на інтенсивність накопичення біомаси дріжджів, є початкова кількість внесених дріжджів і вологість живильного середовища.

Науковцями встановлено, що чим менше внесено дріжджів під час замішування напівфабрикату, тим краще вони розмножуються.

Л.Я. Аурерман наводить дані, що при внесенні 0,5; 1,0; 2 % дріжджів до маси борошна за 6 год бродіння приріст дріжджових клітин склав 88; 56 і 29 % відповідно.

Очевидно, при внесенні 2 % дріжджів до маси борошна для інтенсивного їх розмноження не досить поживних речовин, що містяться в рідкій фазі тіста. Період генерації дріжджів у борошняному середовищі складає 2,0–2,5 год.

Розмноженню дріжджових клітин сприяє збагачення бродильного середовища вітамінами, мінеральними солями.

У рідких напівфабрикатах (вологість 65–72 %) дріжджі розмножуються краще, ніж у густих (42–45 %) унаслідок кращого обміну речовин.

Третій період — період зрілості клітин — характеризується тим, що дріжджові клітини перестають розмножуватись. Унаслідок цього об'єм тіста в кінці бродіння перестає збільшуватись.

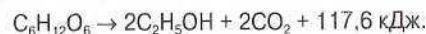
Четвертий період характеризується зменшенням клітин у результаті їх автолізу. Його можна спостерігати в перебродженій опарі. Ріст мікроорганізмів повнюється при попаданні їх у свіже живильне середовище. Як приклад можна навести активне бродіння в тісті, замішаному на опарі.

Затрати на спиртове бродіння. За час дозрівання маса тіста зменшується внаслідок деякого випаровування вологи, а, в основному, внаслідок витрат сухих речовин на бродіння. У процесі бродіння з тіста в оточуюче середовище видаляється певна частина диоксида вуглецю, спирту, летких кислот, що утворилися у процесі бродіння.

Затрати вуглеводів на бродіння належать до категорії технологічних затрат, що обумовлюються ходом технологічного процесу і є неминучим наслідком біохімічних і мікробіологічних процесів, що відбуваються в тістових напівфабрикатах.

Опосереднено про затрати сухих речовин на бродіння можна судити за кількістю диоксида вуглецю або спирту, що утворилися при бродінні. Цей метод застосовується в контролі хлібопекарського виробництва.

Розрахунок можна вести, використовуючи класичне рівняння збродження глюкози Гей-Люссака



Згідно цього рівняння, із 180 одиниць глюкози утворюється 92 масові одиниці етанолу і 88 одиниць диоксида вуглецю, тобто на 1 мг CO_2 утворюється 1,04 мг спирту. На це витрачається 2,04 мг глюкози.

Якщо розрахунок вести за кількістю CO₂, що виділився під час бродіння, тоді об'єм CO₂ треба перерахувати на його масу. (Приймають, що маса 1 см³ CO₂ при нормальному атмосферному тиску дорівнює 1,79 мг). Тоді 1,79 мг CO₂ відповідає 1,79 x 1,04 = 1,86 мг спирту. Тобто 1 см³ CO₂, що утворився під час бродіння, будуть відповідати затрати сухих речовин у перерахунку на глюкозу в кількості

$$1,79 + 1,86 = 3,65 \text{ мг.}$$

У випадку розрахунку затрат за кількістю спирту, що міститься у вибродженому тісті, вважають, що 1 мг спирту відповідає 0,95 мг CO₂, тобто сумарні затрати вуглеводів на бродіння будуть дорівнювати

$$1,0 + 0,95 = 1,95 \text{ мг глюкози.}$$

Вважається, що абсолютні затрати на бродіння пшеничного хліба, виготовленого на густих опарах, складають 3,0–3,3, а на рідких — 2,5–2,8 %.

Молочнокисле бродіння. У сировині, з якої виготовляється тісто, наявні різні види бактерій. Вони обумовлюють кислотне бродіння тіста. Розпізнають такі 5 основних типів бродіння, що обумовлені життєдіяльністю бактерій: молочнокисле, пропіоновокисле, бутиленгліколеве, ацетонетилове і маслянокисле. Практично всі ці типи бродіння мають місце при дозріванні пшеничного й житнього тіста, але переважаючим є молочнокисле бродіння.

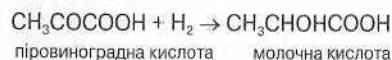
Основними продуктами цих типів бродіння є молочна, мурашина, оцтова, пропіонова, масляна, бурштинова та інші кислоти, діоксид вуглецю, ацетон, спирти, бутиленгліколь та інші продукти. Від їх кількості й співвідношення залежать інтенсивність колоїдних і ферментативних процесів, формування смаку й аромату.

Найбільше значення в технології хліба має молочна кислота. Вона утворюється лише при молочнокислому й бутиленгліколевому бродінні. Молочнокисле бродіння в тісті є наслідком життєдіяльності мезофільних гомо- і гетероферментативних бактерій. Оптимальна активність цих бактерій спостерігається при температурі 30–37 °С. Гетероферментативні молочнокислі бактерії та деякі види гомоферментативних (*L. plantarum*) поряд з гексозами і дисахаридами зброджують пентози. У пшеничне тісто молочнокислі бактерії потрапляють з борошном і хлібопекарськими дріжджами, у житне — з борошном і заквасками.

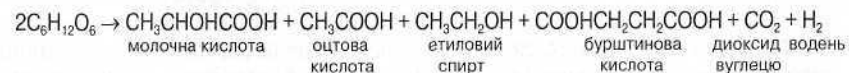
Гомоферментативне молочнокисле бродіння проходить за гліколітичною схемою Ембдена-Мейергоффа з утворенням на кінцевій стадії двох молекул молочної кислоти



Процес відбувається за тими ж стадіями, що й у випадку спиртового бродіння, до утворення пірвіноградної кислоти. У подальшому пірвіноградна кислота перетворюється у молочну



Фактично в кислому середовищі, яким і є водно-борошняне середовище, поряд з молочною кислотою утворюється незначна кількість оцтової, мурашиної кислот і етилового спирту. Гетероферментативне бродіння відбувається пентозофосфатним шляхом з утворенням низки органічних сполук. Сумарне рівняння цього процесу можна представити так:



У продуктах гомоферментативного бродіння міститься 85–90 % молочної кислоти, а гетероферментативного — 20–40 %.

У пшеничному тісті внаслідок молочнокислого бродіння накопичується в основному молочна кислота (70–75 %). Винна, бурштинова, лимонна, яблучна кислоти складають приблизно 10 %, решта — леткі кислоти та інші продукти бродіння.

У житньому тісті внаслідок більш активнішого гетероферментативного бродіння, викликаного мікрофлорою житніх заквасок, молочної кислоти утворюється біля 65 %, решта — леткі кислоти, в основному — оцтова.

Інтенсивність кислотонакопичення і склад кислот, що утворюються під час молочнокислого бродіння, в основному залежать від складу мікрофлори, температури бродіння, консистенції напівфабрикатів, тривалості їх бродіння. Для більшості молочнокислих бактерій оптимальним є рН 5–6. У напівфабрикатах хлібопекарського виробництва бактерії активні й при рН 3–3,5 (заквашена заварка, мезофільні закваски).

У густих середовищах процес кислотонакопичення протікає інтенсивніше, ніж у рідких.

За надмірної тривалості бродіння у тісті може зростати вміст оцтової кислоти внаслідок того, що оцтовокислі бактерії окислюють етиловий спирт у оцтову кислоту і воду.

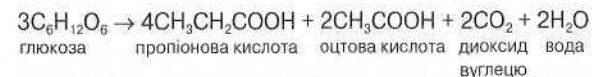


Розвиток молочнокислих бактерій гальмується при високому осмотичному тиску в живильному середовищі (коли концентрація цукру більше як 15 і солі більше як 6 %).

Чим вища температура бродіння, тим швидше підвищується кислотність напівфабрикатів.

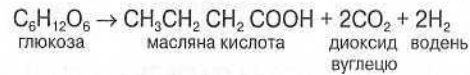
Поряд з спиртовим і молочнокислим у тісті можуть протікати інші типи бродіння, збудниками яких є різні види бактерій. Це пропіоновокисле, бутиленгліколеве, маслянокисле, ацетонетилове та інші типи бродіння.

Пропіоновокисле бродіння характеризується зброджуванням глюкози, а іноді пентоз, у пропіонову і оцтову кислоти з утворенням діоксиду вуглецю та води.



При 2,3-бутиленгліколевому бродінні, яке викликають, наприклад, бактерії *Aerobacterium aerogenes*, що зустрічаються іноді в борошні, утворюються молочна, мурашина, бурштинова, оцтова кислоти, етиловий спирт, 2,3-бутиленгліколь.

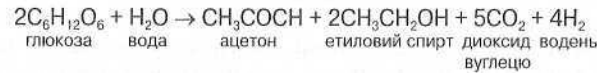
Маслянокисле бродіння збуджується багатьма видами мікроорганізмів, що зустрічаються у харчовій промисловості. Сумарне рівняння маслянокислого бродіння можна подати так:



Фактично ще утворюється оцтова кислота та деякі інші продукти бродіння.

У кислому середовищі основними продуктами бродіння є бутиловий спирт і ацетон, у нейтральному — масляна кислота та невелика кількість спирту і ацетону.

Ацетоноетилове бродіння збуджується бактеріями виду *Bacterium acetotylisum*. Сумарне рівняння цього типу бродіння таке:



Співвідношення етилового спирту і ацетону становить 2,5:1 або 3,5:1.

Таким чином, різноманітність у тісті мікрофлори обумовлює в ньому різні типи бродіння, в результаті яких накопичуються в тій чи іншій кількості різні продукти бродіння. У залежності від умов у сумарному процесі бродіння превалює той чи інший його тип.

Для забезпечення якості продукції в технологічному процесі потрібно створювати умови, оптимальні для розвитку мікроорганізмів, що виробляють бажані продукти бродіння.

Молочна та інші кислоти, що продукуються бактеріями, суттєво впливають на реологічні властивості тіста, сприяють набухання і пептизації білків, зменшенню рідкої фази тіста, підвищенню його газоутримувальної здатності, впливають на активність ферментів. Особливе значення це має в процесі приготування житнього тіста. Підвищення кислотності тіста зменшує активність амілолітичних ферментів (особливо α -амілази) і запобігає надмірному ферментативному гідролізу крохмалю.

Леткі кислоти — оцтова, мурашина, пропіонова значно впливають на смак і аромат виробів. При підвищеному вмісті цих кислот смак виробів різко кислий, при низькому — прісний.

Окрім кислототворних бактерій, певну роль у нарощуванні кислотності напівфабрикатів під час їх дозрівання відіграють безпосередньо дріжджі. Вони, крім вуглекислоти, можуть продукувати ту чи іншу кількість органічних кислот циклу Кребса, а також синтезувати вітаміни, потрібні для життєдіяльності кислототворних бактерій. Диоксид вуглецю, що є продуктом спиртового бродіння, розчиняється у вільній воді, утворюючи вугільну кислоту H_2CO_3 . Оскільки вуглекислота слабо дисоціює на іони, вона в основному впливає на титруєму, а не на активну кислотність (рН).

За даними колишнього ВНДІХП, у готовому тісті для приготування батонів при рН 4,9–5,3 співвідношення дріжджів і молочнокислих бактерій за оптимальної кислотності 2,2–2,6 град, складає 1:1 — 1:2.

У результаті життєдіяльності бактерій і дріжджів підвищується кислотність тіста і знижується його рН.

У процесі зростання кислотності тіста велике значення, окрім наведених,

мають також інші фактори. Зокрема, під час дозрівання тіста з фітину борошна під дією ферменту фосфатази утворюються кислі фосфати. Оптимальна активність фосфатази спостерігається при рН 5,5, тобто при значенні, близькому до рН пшеничного тіста.

За спостереженнями Р.Р.Токаревої, в процесі дозрівання тіста мінералізується близько 80 % фосфору фітину. Так, за час бродіння опари вміст у ній фосфорної кислоти (у розрахунку на фосфор) із фітину зріс з 10,2 до 52,0 мг/100 г сухих речовин опари.

Певну роль у підвищенні кислотності напівфабрикатів відіграють жирні кислоти і амінокислоти, що утворюються в результаті автолітичного розпаду жирів і білкових сполук тіста.

Початкова кислотність напівфабрикатів і кислотність їх після дозрівання залежать від виду і сорту борошна. Так, при дозріванні пшеничних напівфабрикатів із сортового борошна титрована кислотність збільшується на 1–1,5 град, а з обойного борошна — на 1,5–2 град.

Треба мати на увазі, що інтенсивність біохімічних, мікробіологічних і колоїдних процесів у напівфабрикатах залежить не від сумарного вмісту кислотоутворюючих продуктів, а від концентрації іонів водню, тобто від рН середовища.

На сьогодні не встановлено прямої залежності між титрованою кислотністю і рН. При одному і тому ж показникові титрованої кислотності значення рН може бути різним залежно від наявності буферних речовин борошна і рецептури тіста. Так, за даними досліджень Л.М.Казанської і Н.Д.Синявської, у пшеничному тісті з різних партій борошна I сорту при титрованій кислотності 3,0 град значення рН змінювалось від 5,05 до 5,55. При кислотності 4,0 град — від 4,88 до 5,37. Тому за показник кислотності тіста прийнято титровану кислотність, а не рН.

5.2.2. Біохімічні процеси при дозріванні тіста

Під час дозрівання тіста відбуваються глибокі зміни в білково-протеїназному і вуглеводно-амілазному комплексах борошна.

Зміни у білково-протеїназному комплексі. Білково-протеїназний комплекс набуває змін внаслідок дії ферментів борошна, дріжджів, молочнокислих бактерій, а також продуктів життєдіяльності останніх.

Під дією протеїназ відбувається протеоліз білків тіста. Спостерігаються зміни у співвідношенні білкових фракцій. Зменшується вміст високомолекулярних фракцій, а саме — глютеніну і підвищується вміст більш низькомолекулярних — гліадину, альбумінів, глобулінів. Протеоліз активується глютатіоном дріжджів, що внесені в тісто.

При використанні дріжджів, які довго зберігалися і містять значну кількість глютатіону у відновленій формі, вплив глютатіону на активність протеолізу значно помітніший, ніж при використанні свіжих дріжджів.

Сульфгідрильні групи глютатіону дріжджів впливають на стан окисно-відновного потенціалу в тісті. Окисно-відновний потенціал зсувається у напрямку підсилення відновних процесів. При цьому відновлюється окисна частина активаторів протеолізу, активується протеїназа. Відновлювальне розщеплення дисульфідних зв'язків внаслідок дії ферменту протеїндисульфідредуктази призводить до дезагрегації білкової молекули і розслаблення структури тіста.

Вважається, що протеоліз під час дозрівання тіста має особливе значення

не тому, що внаслідок його дії в тісті накопичується певна кількість продуктів глибокого розкладу білків, а в основному тому, що відбувається дезагрегація білкової молекули. При цьому змінюється в основному четвертинна і третинна структури білка.

Розукрупнення міжмолекулярних білкових утворень, ослаблення третинної структури білка призводить до розпушування білкової молекули. Це сприяє посиленню набухання білка, що почалось при замішуванні тіста, його пептизації, частковому переходу в рідку фазу тіста.

Продукти гідролізу білкових сполук (амінокислоти, поліпептиди, амід) використовуються для живлення дріжджів і молочнокислих бактерій. Продукти протеолізу необхідні також для утворення барвних і ароматичних сполук на стадії випікання хліба. Є дані, що вміст водорозчинного азоту під час дозрівання тіста зростає з 12,8 до 30,2 % від загальної його кількості.

Таким чином, протеоліз у тісті бажаний як необхідна складова у формуванні його структурно-механічних властивостей під час дозрівання. Але інтенсивність протеолізу не повинна перевищувати глибини змін у білково-протеїназному комплексі, оптимальної для одержання структурно-механічних властивостей тіста, необхідних для подальшого його оброблення під час формування тістових заготовок, забезпечення газоутримувальної та формоутримувальної здатності.

Бажана глибина протеолізу залежить в основному від сили борошна. У тісті із сильного борошна протеоліз має пройти більш глибоко, ніж у слабкому. Надмірний протеоліз у тісті зі слабого борошна призведе до його надмірного розрідження.

Про інтенсивність протеолізу у тісті, що бродить, можна судити по приросту в ньому водорозчинного азоту.

Доступнішим і простішим методом вивчення змін стану білків під час дозрівання тіста є відмивання з нього клейковини й визначення її властивостей.

За даними ВНДІХП, із тіста, що виробило, відмивається менше сирої клейковини на 15–18 %, сухої — на 5–3,3 %, гідратаційна здатність зменшується на 13–18 %. Клейковина зміцнюється. Вважається, що частина клейковинних білків, в основному гліадин, переходить у промивну воду, а частина утворює надмірно гідратовану рухливу проміжну фазу, яку не вдається виділити з тіста відмиванням, але яка і не переходить у розчин. Ця проміжна фаза клейковини розподіляється по всій масі тіста й обумовлює покращання його реологічних властивостей.

Зміни у вуглеводно-амілазному комплексі. Вуглеводно-амілазний комплекс під час дозрівання тіста зазнає змін. Важливу роль у цьому відіграють гідролітичні процеси, що пов'язані з дією амілаз.

Власні цукри борошна швидко зброджуються дріжджами. Для гарантування процесу бродіння необхідно забезпечити дріжджі енергетичним матеріалом. Цю роль відіграють амілази: у пшеничному тісті з нормального зерна — β -амілаза, в житньому — α - і β -амілази. Під дією амілаз з крохмалю у борошні безперервно утворюється мальтоза. Мальтоза в тісті є основним цукром, що забезпечує хід всього технологічного процесу виробництва хліба — від процесу бродіння до процесу випікання.

Від співвідношення між інтенсивністю накопичення мальтози в тісті внаслідок гідролітичного розщеплення крохмалю і зброджування її мікроорганізмами залежить вміст цукрів у тісті у процесі дозрівання.

У дозрілому тісті має міститись не менше 3 % цукрів, що зброджуються. Са-

ме така кількість цукрів необхідна для інтенсивного бродіння в тістових заготовках під час їх вистоювання і для забезпечення нормального забарвлення скоринки пшеничного хліба під час випікання.

Зерна крохмалю, що частково набрякли в результаті адсорбційного поглинання ними води, під дією амілаз розпушуються. Під час дозрівання тіста відщеплюються декстрини, утворюється мальтоза.

Руйнування зерен крохмалю добре видно з рис. 5.6, на якому представлена мікроструктура тіста через 3 год бродіння.

Під час дозрівання тіста відбувається також деполімеризація пентозанів під дією власних ферментів борошна. Глибина біохімічних перетворень тіста суттєво впливає на швидкість дозрівання тіста, його структурно-механічні властивості.

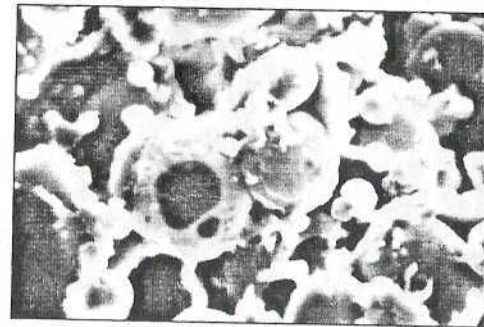


Рис. 5.6. Мікроструктура крохмалю тіста ушкодженого амілазами (x500)

5.2.3. Колоїдні процеси при дозріванні тіста

Під час дозрівання тіста продовжується процес осмотичного зв'язування води білками, ними поглинається також певна частина рідкої фази тіста. Це покращує його структурно-механічні властивості.

Під час бродіння внаслідок зростання активності протеолітичних ферментів борошна відбувається дезагрегація молекул білка, гідроліз поліпептидних ланцюгів. Це призводить до послаблення білкового каркасу тіста. Частина білків набухає необмежено, що посилює їх механічну і ферментативну дезагрегацію, призводить до пептизації, збільшує вміст рідкої фази в тісті. Необмежене набухання і пептизація білків особливо характерні для житнього тіста.

Від співвідношення інтенсивності процесів обмеженого і необмеженого набухання білків, їх дезагрегації залежить формування структурно-механічних властивостей тіста.

На глибину колоїдних процесів впливає сила борошна. Білки сильного борошна під час дозрівання тіста набухають повільно, обмежено. Їх набухання продовжується до кінця дозрівання тіста. Вони осмотично зв'язують значну частину водорозчинної фракції тіста. Додаткова механічна обробка такого тіста під час обминання сприяє перебудові білкових структур, прискоренню їх набухання.

У тісті з слабого борошна білки швидко набухають, значна частина їх набухає необмежено і пептизується. Цьому сприяє гідролітичний розклад білків протеолітичними ферментами. Внаслідок цих процесів у тісті зростає кількість рідкої фази, воно розріджується.

Білковий каркас клейковини, відмитий із тіста з сильного борошна, виразно структурований, міцний, тоді як у клейковини тіста з слабого борошна — невиразний, слабкий, рис. 5.7.

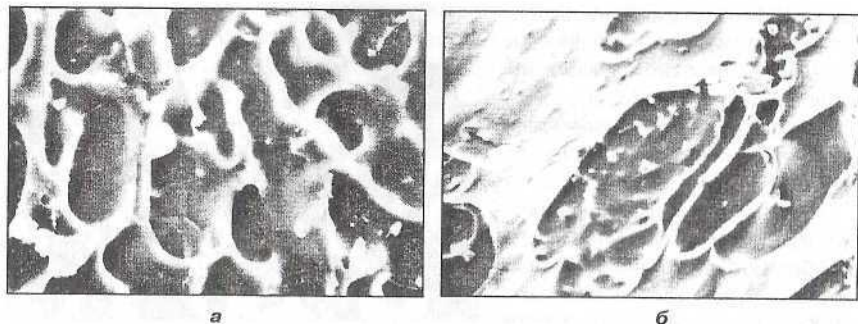


Рис. 5.7. Мікроструктура клейковини, відмитої з тіста (х500):
а — із сильного борошна; б — з слабого борошна

Поряд з набуханням і деструкцією білків при дозріванні тіста відбуваються процеси гідратації нерозчинних і водорозчинних пентозанів, що призводить до підвищення в'язкості тіста. Особливо велике значення відіграє процес набухання нерозчинних пентозанів і утворення в'язкого розчину водорозчинними пентозанами у формуванні структурно-механічних властивостей житнього тіста.

На колоїдні процеси впливають ступінь механічної обробки тіста під час замішування, кислотність, продукти бродіння, глутатіон дріжджів, що накопичуються під час дозрівання, а також температура бродіння. Підсилена механічна обробка тіста шляхом подовженого або інтенсивного замішування сприяє підвищенню у процесі дозрівання набухання білків, деструкції крохмальних зерен, що призводить до збільшення кількості осмотично і адсорбційно зв'язаної вологи,

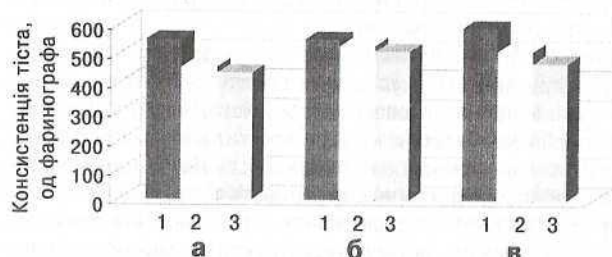


Рис. 5.8. Консистенція тіста замішаного:
а — у машині періодичної дії, 70 хв¹, протягом 6 хв;
б — у машині періодичної дії, 70 хв¹, протягом 20 хв;
в — у швидкісній машині, 1400 хв¹, протягом 2 хв;
1 — після замішування, 2 — через 1 год. дозрівання,
3 — через 2 год. дозрівання

покращанню фізичних властивостей тіста, про що свідчать дані, що характеризують консистенцію тіста, замішаного з різним ступенем механічної оброблення, рис. 5.8.

Збільшенню гідрофільності колоїдів тіста, їх пептизації сприяє підвищення кислотності тіста внаслідок кислотного бродіння і ферментативного розкладу фітину, а також накопичення продуктів спиртового бродіння.

У результаті кислотної пептизації білків у тісті підвищується вміст водорозчинних речовин, одночасно зменшується вихід сухої клейковини, сира клейковина стає міцнішою, знижуються її гідратаційна здатність і розтяжність.

Диоксид вуглецю, який виділяється при спиртовому бродінні, у вільній воді утворює вуглекислоту, під дією якої клейковинні білки пептизуються, а в міру його видалення відновлюються з поліпшеною структурою. Цим можна пояснити

сприятливий вплив на реологічні властивості тіста, об'єм і пористість хліба механічного видалення з тіста диоксида вуглецю при обминанні та обробленні.

З підвищенням температури бродіння колоїдні процеси в тісті поглиблюються, прискорюється його дозрівання.

5.2.4. Фактори, що інтенсифікують процеси дозрівання тіста

З метою інтенсифікації бродіння, покращання структурно-механічних властивостей пшеничного тіста його в процесі дозрівання доцільно перемісити. Ця операція зветься *обминанням тіста*. Її виконання можливе тільки в разі приготування тіста в тістомісильних машинах періодичної дії. Процес перемішування короткий — 1,5-2,5 хв.

Ефективність цієї операції обумовлена наступним. У процесі дозрівання пшеничного тіста його клейковинний каркас розтягується під дією диоксида вуглецю, що виділяється під час бродіння. Тісто збільшується в об'ємі до певної межі, після якої білкові плівки каркасу стають надто проникливими для CO₂, клейковинний каркас стає нездатним достатньо утримувати CO₂ і тісто опадає.

Поряд з цим дріжджові клітини через певний час зброджують поживні речовини середовища, що їх оточує, уповільнюють свою життєдіяльність, продукти бродіння, що накопичуються в рідкій фазі, також пригнічують дріжджові клітини. Це призводить до зменшення виділення CO₂. Внаслідок ослаблення газоутримувальної здатності білкового каркасу і зменшення виділення CO₂ тісто має нерівномірну розпушеність і починає опадати.

Повторне короткочасне перезамішування тіста сприяє видаленню надто крупних кульок диоксида вуглецю, перерозподілу в тісті дріжджових клітин, що відбрунькувалися внаслідок розмноження, покращанню умов живлення дріжджів. У тісті інтенсифікується процес бродіння. Під час перезамішування відбувається перерозподіл дрібних кульок CO₂ у клейковинному каркасі, тісто додатково насичується повітрям, що сприяє кращому його розпушуванню. Клейковинний каркас, що сформувався за час дозрівання тіста, розтягується, руйнується, утворюється новий, з дрібнішою білковою сіткою.

Насичення тіста повітрям викликає окислення складових білково-протеїнового комплексу. Покращуються його структурно-механічні властивості.

У результаті процесів, що відбуваються внаслідок перезамішування, тісто під час подальшого бродіння досягає більшого об'єму, покращується його газо- і формоутримувальна здатність.

Залежно від сили і сорту борошна, а також терміну бродіння пшеничне тісто перезамішують один або два рази. Тісто зі слабого борошна слід перемішувати обережно і не більше одного разу. Тісто з пшеничного борошна другого сорту досить перемісити тільки один раз, а тісто з обойного борошна перемішування не потребує.

При одноразовому обминанні цю операцію виконують після закінчення 2/3 тривалості бродіння тіста. При більшій кількості перемішування — не пізніше, ніж за 20 хв до початку розробки тіста.

У разі приготування тіста на комплексно-механізованих лініях з безперервним замішуванням ця операція відсутня.

5.2.5. Регулювання процесів дозрівання тіста

Регулювання процесів дозрівання тіста можливе шляхом проведення технологічних заходів, направлених на інтенсифікацію або гальмування мікробіологічних, біохімічних і колоїдних процесів.

Для інтенсифікації процесів дозрівання пшеничного тіста найефективнішими заходами є збільшення кількості дріжджів, що вносяться в тісто, підвищення температури бродіння, внесення в тісто стиглих напівфабрикатів, органічних кислот, мінеральних солей фосфору, амонію, ферментних препаратів, застосування інтенсивної механічної обробки тіста.

Збільшення вмісту дріжджових клітин у борошняному середовищі призводить до інтенсифікації виділення CO_2 і активнішого розпушування тіста. Глютаціон дріжджів, впливаючи на відновні процеси у тісті, сприяє прискоренню формування реологічних властивостей білкового комплексу.

Підвищення температури тіста до 32–35 °C створює сприятливі умови для процесу спиртового бродіння, активізації ферментативних процесів, прискорення набухання білків. Підвищення температури бродіння є найдоступнішим технологічним заходом.

Внесення при замішуванні тіста дозрілих напівфабрикатів — стиглого тіста, мезофільних заквасок збільшує в ньому вміст мікроорганізмів в активній формі, інтенсифікується спиртове і молочнокисле бродіння, підвищується кислотність, покращуються умови для набухання і пептизації біополімерів тіста.

Ефективним заходом прискорення дозрівання є внесення в тісто органічних кислот. Для підкислення застосовують молочну, лимонну, оцтову кислоти. Це обумовлює зниження pH, сприяє швидкому набухання і пептизації білків тіста.

Добавка мінеральних солей покращує живлення дріжджів, стимулює їх зимазну і мальтазну активність.

Внесення в тісто ферментних препаратів інтенсифікує біохімічні процеси, підвищується цукроутворювальна здатність тіста, вміст низькомолекулярних сполук.

Застосування інтенсивного замішування тіста призводить до роздроблення конгломератів дріжджів, покращання контакту з живильним середовищем, послаблення структури, збільшення податливості білків і крохмалю гідролітичним ферментативним процесам внаслідок деструкції їх при замішуванні.

Застосовуючи ці заходи, необхідно брати до уваги хлібопекарські властивості борошна.

Сьогодні науковцями розроблено низку комплексних інтенсифікаторів процесу дозрівання тіста. До їх складу входять ферментні препарати, сполуки окислювальної дії, поверхнево-активні речовини. Вони частіше застосовуються на пекарнях.

Уповільнення процесу дозрівання тіста, запобігання переброджуванню перш за все можна забезпечити шляхом охолодження його до температури 24–26 °C і зменшення кількості дріжджів на приготування тіста.

При двофазному приготуванні тіста хороший ефект спостерігається при додаванні у першу фазу 1–1,5 % солі. Іноді з цією метою застосовують гідрокарбонат натрію — 0,5 % до маси борошна. Гідрокарбонат натрію нейтралізує кислоти, затримує набухання білків, уповільнює процес бродіння.

5.2.6. Вплив компонентів рецептури на процеси дозрівання тіста

На дозрівання тіста суттєво впливають складові його рецептури.

Кухонна сіль. Сіль добавляється в тісто у кількості від 1 до 2,0 % до маси борошна, залежно від виду виробів і, окрім смакового, має технологічне значення.

Вплив солі на мікробіологічні, біохімічні, колоїдні процеси у тісті вивчено досить повно. Дослідженнями Н.І.Берзіної встановлено, що при внесенні в тісто 0,5–1,5 % солі до маси борошна покращується формостійкість тіста, збільшується кількість сирої клейковини, яка відмивається з нього, зростає її гідратація. Більші дози солі призводять до дегідратації клейковини. Кількість сухої клейковини по мірі зростання концентрації солі підвищується, що свідчить про гальмування в присутності солі гідролітичного розщеплення білків, *рис. 5.9.*

Встановлено, що сіль взаємодіє з —SH— групами білків і глютаціону дріжджів, внаслідок чого гальмується діяльність ферментативних процесів, знижується активність амілаз, інтенсивність протеолізу.

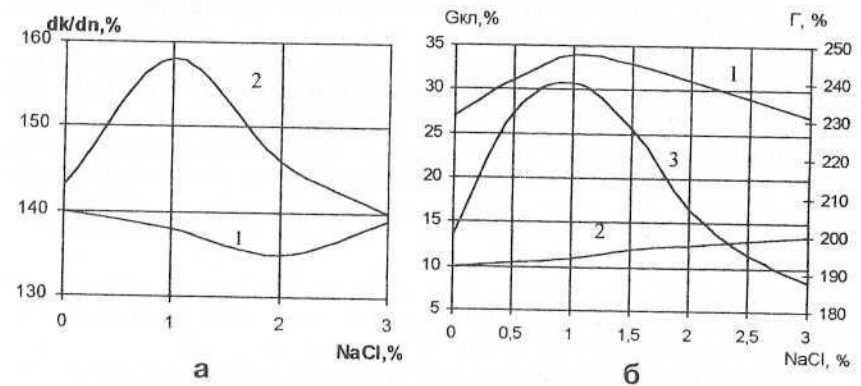


Рис. 5.9. Властивості тіста і клейковини залежно від добавки хлориду натрію:

а — розпливаемість, кульки, $dk/dn, \%$, тіста — 1, клейковини — 2;

б — кількість клейковини, Gcl, % сирої — 1, сухої — 2; гідратаційна здатність клейковини, Г, % — 3

Є відомості про те, що частина солі в тісті з'єднується з білком і крохмалем. Це може бути причиною зниження атакуємості цих полімерів ферментами. Зменшення атакуємості крохмалю і активності амілаз призводить до зниження інтенсивності оцукрення крохмалю.

Підвищення гідратації клейковини в присутності солі обумовлює зменшення вмісту вільної води в рідкій фазі тіста, а також покращання його формуотримуючої здатності, тісто менше розріджується в процесі дозрівання.

Сіль пригнічує життєдіяльність дріжджів і молочнокислих бактерій. Розчиняючись у вільній воді рідкої фази тіста (адсорбційно зв'язана вода не бере участі в розчиненні солі), сіль підвищує в ній осмотичний тиск. Внаслідок цього погіршується проникнення в дріжджову клітину поживних речовин, знижується інтенсивність розмноження дріжджів, погіршується їх бродильна активність, зменшується газоутворення в тісті, уповільнюється процес вистоювання тістових заготовок.

Пригнічуюча дія солі тим більша, чим вища її концентрація в розчині. Так, внаслідок внесення 0,7 % солі до маси борошна в опару вологістю 47 % концентрація її в рідкій фазі тіста склала 1,5 %. При цьому розмноження дріжджів погіршилось на 13 % порівняно з розмноженням їх в опарі без солі. Тобто, в рідких борошнених середовищах, де концентрація солі менша, ніж у густих, при однаковій загальній кількості внесеної солі вона може служити стабілізатором бродіння, запобігати переброджуванню напівфабрикату. При внесенні 3 % солі до маси борошна інтенсивність бродіння знижується вдвічі, а при внесенні 5 % — майже припиняється.

Активність кислотоутворюючих бактерій у присутності солі знижується, завдяки чому кислотонакопичення в тістових напівфабрикатах стабілізується. З цієї причини внесення солі запобігає переокисанню їх, особливо влітку.

У тісті без солі біохімічні, мікробіологічні та колоїдні процеси протікають активніше, що призводить до надмірного його розрідження, тісто набуває липкості, містить недостатню для подальших технологічних процесів кількість цукрів.

Цукор. У пшеничне тісто додають від 0 до 30 % цукру, залежно від рецептури виробів. Цукор при замішуванні конкурує за воду з полімерами тіста, впливає на біохімічні, мікробіологічні та колоїдні процеси у тісті, на формування його структурно-механічних властивостей.

Цукор має високу дегідратуючу здатність, що призводить до зменшення набухання колоїдів тіста, зниження в'язкості. Є дані, що додання у тісто 10, 15, 20 % цукру знижує його в'язкість у 2,6, 4,7 і 7,9 разів відповідно.

Внаслідок дегідратуючої здатності цукру зменшується водопоглинальна здатність тіста. У ньому збільшується кількість вільної води, тісто розріджується, підвищується адгезія, знижується його газо- і формоутримувальна здатність. Це необхідно враховувати при визначенні кількості води, що береться на замішування тіста, в якому міститься цукор.

Цукор, завдяки своїй високій розчинності у вільній воді, створює в структурі тіста прошарки концентрованих розчинів. Це призводить до зниження його в'язкості та потреби в зменшенні вологості тіста.

Великі дози цукру, що вносяться у здобні вироби, створюють у тісті пересичені розчини. Їх в'язкість збільшується у процесі кристалізації цукру. Це сприяє покращанню еластичності тіста, підвищенню його формостійкості.

Життєдіяльність бродильної мікрофлори у тісті з цукром залежить від концентрації останнього. При доданні у тісто до 10–12 % цукру швидкість газоутворення у ньому зростає й досягає найбільшого значення раніше, ніж у тісті без цукру. Це пояснюється тим, що зимазний комплекс дріжджів швидко розкладає сахарозу на глюкозу й фруктозу, які краще зброджуються дріжджами, ніж мальтоза.

Внесення більшої дози цукру підвищує осмотичний тиск у рідкій фазі тіста і викликає плазмоліз дріжджових клітин (стиснення тіла живої клітини з відшаруванням оболонки), уповільнення спиртового бродіння, зниження газоутворення, погіршення розпушеності тіста.

Дія цукру на дріжджову клітину аналогічна дії солі, але оскільки цукор підвищує осмотичний тиск у рідкій фазі у 6 разів менше, ніж така ж кількість солі, гальмування бродіння спостерігається при значно більшій кількості цукру, ніж солі. При внесенні 40–50 % цукру до маси борошна процес бродіння зупиняється. У зв'язку з гальмуючою дією високих концентрацій цукру на процес бродіння, дозрівання тіста протікає повільно, тривалість вистоювання тістових заготовок подовжується.

З метою зменшення цієї дії цукру на життєдіяльність мікроорганізмів тіста, цукор і жир вносять у вже частково виброджене тісто. Ця операція називається *оздоблюванням тіста*. При цьому в тісто вноситься певна кількість борошна для забезпечення консистенції, необхідної для оброблення тіста.

У тісто при замішуванні, слід добавляти тим більше дріжджів, чим більше у ньому цукру.

Жири. У хлібопеченні використовують в основному такі жири, як маргарин, масло коров'яче, олію. Жир добавляють у кількості від 1 до 25 % до маси борошна.

Жири, як і цукор, є ефективними пластифікаторами структури тіста. При доданні в гідрофільну структуру пшеничного тіста рідких або твердих жирів частина їх зв'язується з білками, крохмалем, іншими компонентами, решта знаходиться у вигляді емульсії у рідкій фазі тіста, утворюючи в ньому прошарки або краплі жиру.

Жири з'єднуються з білками за місцем неполярних груп і блокують взаємодію гідрофільних сполук з водою. Внаслідок цього підвищується вміст вільної води в тісті, воно значно розріджується, виникає потреба у зменшенні кількості води, яка вноситься під час замішування тіста з жиром.

Жири, температура плавлення яких вища за температуру тіста, знаходяться у ньому у вигляді твердих частинок.

Внесення жиру в кількості до 5 % до маси борошна покращує структурно-механічні властивості тіста. Воно стає більш пластичним, покращується його формостійкість, хоча при цьому консистенція його слабкіша, ніж тіста без жиру.

Хлібопекарські жири, маргарин, олія містять значну кількість жирних кислот із ненасиченими зв'язками. Внаслідок окислення їх ліпоксигеназою й утворення при цьому перекисних сполук у тісті окислюються сульфгідрильні групи білково-протеїназного комплексу. Це також у значній мірі покращує фізичні властивості тіста.

Жири, що знаходяться в тісті у вигляді твердих частинок, на процес дозрівання тіста практично не впливають. Їх поліпшуюча дія на якість хліба проявляється під час випікання — пом'якшується скоринка хліба, покращується структура пор. Найраціональнішим способом внесення в гідрофільну структуру тіста гідрофобної структури жирів слід вважати їх попереднє емульгування.

Внесення жиру в кількості, більшій 5 % до маси борошна, помітно знижує інтенсивність бродіння тіста, подовжує процес вистоювання. Причиною цього є те, що в тісті утворюється жирова плівка навколо дріжджової клітини, чим погіршуються умови її живлення і пригнічується бродіння. При внесенні жиру в кількості 35–40 % бродіння затухає. Тому у тісто для здобних виробів жир, як і цукор, рекомендується вносити в уже частково виброджене тісто.

5.2.7. Вплив температурного фактору на процеси дозрівання тіста

Як уже згадувалось, оптимальна температура розмноження дріжджів — 25–27, спиртового бродіння — 32–35, а життєдіяльності мезофільних молочнокислих бактерій тіста — 35–37 °С. Підвищення температури тіста призводить до інтенсифікації спиртового і молочнокислого бродіння. У тісті збільшується вміст спирту і вуглекислоти, органічних кислот. Титрована кислотність тіста зростає інтенсивніше. Так, при підвищенні температури опари з 25 до 35 °С за 4 год

бродіння накопичення кислотності зростає на 50 %, а газоутворення — майже вдвічі.

При підвищеній температурі інтенсифікується ферментативний гідроліз білків, вони швидше набухають, більш глибоко пептизуються, в тісті накопичується більше водорозчинних речовин.

Треба мати також на увазі, що від температури залежить склад органічних кислот. При вищих температурах у тісті накопичується більше летких кислот, що негативно впливає на смак виробів. Температурний режим дозрівання напівфабрикатів треба встановлювати, виходячи з виду і хлібопекарських властивостей борошна. Підвищення температури доцільне в разі перероблення сильного борошна. Тісто із слабого борошна варто готувати при нижчій температурі. Вважається, що для середнього за силою борошна оптимальна температура дозрівання опари має бути 26–28, а тіста — 28–30 °С.

У процесі дозрівання тіста його температура підвищується на 1–2 °С. Причиною цього є анаеробний процес зброджування цукрів і адсорбційне зв'язування води складовими борошна, які відбуваються з виділенням тепла.

5.2.8. Вільна і зв'язана вода в тісті

Властивості тіста в значній мірі залежать від вмісту в ньому зв'язаної та вільної води, тобто від наявних у тісті форм зв'язку води з полімерами борошна. Волога в тісті має різні види зв'язку зі складовими борошна: від самого міцного, обумовленого молекулярними силами, до чисто механічного утримання вологи на поверхні частинок борошна. Чіткої межі між окремими видами зв'язку вологи не існує, спостерігається плавний перехід від одного її виду до іншого.

Згідно класифікації П.О. Ребіндера, всі види зв'язку ділять на три групи: хімічний, фізико-хімічний, механічний (рис.5.10). В основі цього поділу лежить величина енергії зв'язку води з матеріалом.

У тісті основними видами зв'язку води, що визначають його консистенцію і хід колоїдних, біохімічних, мікробіологічних процесів, є фізико-хімічний і механічний.



Рис. 5.10. Класифікація видів зв'язку вологи в колоїдних капілярно-пористих тілах за П.О. Ребіндером

Розрізняють три види фізико-хімічного зв'язку: адсорбційно зв'язану вологу, осмотично зв'язану та структурну вологу.

Адсорбційно зв'язана волога — це шар води товщиною в декілька сот молекул, що адсорбовані на поверхні (полімеру) крохмального зерна. Адсорбція молекул води на поверхні крохмалю супроводжується зміною властивостей води. Адсорбована вода перестає бути розчинником, удвічі зменшується її теплоємність у порівнянні зі звичайною водою. Ця вода вважається зв'язаною. Енергія зв'язку адсорбційно зв'язаної води дуже висока.

Внаслідок сильної взаємодії води і твердих сполук вважають, що зв'язана вода ідентична незамерзаючій воді при зниженні температури до мінус 40–80 °С. (Дані про критичну температуру в літературі різні).

Осмотично зв'язана волога (волога набухання) вважається вільною водою, бо вона має малу енергію зв'язку з матеріалом.

Осмотичне поглинання води полімерами тіста відбувається без виділення тепла. За своїми властивостями вона не відрізняється від звичайної води, замерзає при температурі нижче 0 °С. Але ця вода є недоступною для розчинення легкорозчинних сполук тіста внаслідок неможливості їх дифузії всередину замкнутої клітини, в якій знаходиться вода.

Структурний зв'язок вологи обумовлюється новими структурними утвореннями під час формування гелю. Цій волозі відповідає дуже малий зв'язок.

Механічно зв'язана вода — це вода, зв'язана макро- і мікрокапілярами складових борошна. Їх середній радіус становить більше 10^5 см і менше 10^3 см відповідно. Енергія зв'язку цієї води значно менша, ніж зв'язаної осмотично. Її розглядають як вільну воду. За своїми властивостями вона ідентична звичайній воді.

Зв'язок змочування найменш міцний. Волога змочування розподіляється на поверхні частинок борошна при зіткненні останніх з водою і утримується механічними силами зчеплення, а з часом може проникати в середину частинки борошна. При цьому утворюється новий вид зв'язку — осмотичний або структурний.

П.Я. Мазур, досліджуючи вміст різних форм зв'язку вологи в тісті вологістю 43 %, встановив, що енергія зв'язку осмотично зв'язаної вологи складала 6,5, адсорбційно зв'язаної — 19, механічно зв'язаної — 0,7 кДж/моль.

Виходячи з форм зв'язку води різними складовими борошна, можна зробити висновок, що в разі збільшення в борошні вмісту білків, пентозанів, клітковини підвищується вміст вільної води, а збільшення вмісту ушкоджених зерен крохмалю призводить до підвищення вмісту зв'язаної води. Чим більше води знаходиться у зв'язаному стані, тим менша її активність.

Основними процесами взаємодії вільної води з полімерами борошна є розчинення і набухання.

Для здійснення гідролітичних процесів у тісті, утворення оптимальної структури потрібна наявність у ньому певної кількості вільної води, тобто води, здатної вступати в хімічні реакції, забезпечити необхідну інтенсивність біохімічних, колоїдних, мікробіологічних процесів. Вода, що знаходиться у вільному стані, є основним пластифікатором структури тіста.

Для визначення кількості води з різними формами зв'язку розроблено низку методів. Всі вони різні за своєю сутністю, і порівнювати отримані різними методами результати не завжди коректно. Так, визначення кількості зв'язаної води у пшеничному тісті за методом диференційованого термічного аналізу показало, що залежно від сорту борошна масова частка її в тісті становить у межах 28–35 %

всієї води. При застосуванні індикаторного методу встановлено, що зв'язана вода складає 47,8–51,8 %.

Цим методом визначається сумарна кількість адсорбційно зв'язаної та тієї, що утримується осмотично, води. В УДУХТІ Н.І.Берзіною і В.Г.Юрчак методом диференційованого термічного аналізу встановлено, що в тісті становить 42 %, яке замішували 5–6 хв, масова частка зв'язаної (адсорбційної) вологістю становить 27, а вільної — 73 % (в тому числі осмотично зв'язаної — 56, а механічно — 17 %).

На види зв'язку води в тісті впливають різні технологічні фактори. Так, при збільшенні тривалості замішування з 6 до 20 хв у тісті містилось зв'язаної води на 7 % менше. Це можна пояснити тим, що при більш тривалому замішуванні йде перерозподіл води між крохмалем і білками, збільшується осмотичне набухання білків, підвищується гідратація клейковини.

Кількість зв'язаної води майже не залежить від вологості тіста, тобто при підвищенні вологості тіста у ньому збільшується вміст вільної води. Цим явищем можна пояснити інтенсифікацію біохімічних і колоїдних процесів у тісті при підвищенні його вологості.

У процесі дозрівання тіста відбувається подальший перерозподіл води між компонентами тіста, в результаті якого в тісті зменшується масова частка вільної води на 3,5–5 %.

На форму зв'язку води (енергію зв'язку) впливає внесення в тісто цукру і жиру. Так, при внесенні в тісто цукру 5 і жиру 3,5 % масова частка зв'язаної води зменшилась на 13 і 19 % відповідно, масова частка вільної води зросла на 13 і 19 % відповідно. При цьому зросла гідратаційна здатність клейковини (табл. 5.1).

Таблиця 5.1. Вплив цукру і жиру на вид зв'язку води в тісті, кількість і якість клейковини

Показники	Без добавок	Внесено добавки, % до маси борошна	
		цукор, 5	жир, 3,5
Вологість тіста, %	43,0	43,5	43,0
Вміст води, % до загальної кількості:			
зв'язана вода	31	18	22
вільна вода	69	82	78
Вміст клейковини, %	30,4	31,8	30,9
Гідратація клейковини, %	198	224	230
Пружність, од. приладу ИДК	85	90	88

Збільшення вмісту вільної води в тісті з цукром і жиром викликає потребу в зниженні його вологості.

Очевидно, цукор активніше, ніж крохмаль, зв'язує вологу, а жир екранує крохмальні зерна, зменшує їх адсорбційну здатність.

Таким чином, від кількості зв'язаної та вільної води залежать структурно-механічні властивості тіста, інтенсивність процесів, що відбуваються при утворенні тіста і під час його дозрівання. Співвідношення різних видів зв'язку визначається співвідношенням складових борошна і залежить від технологічних факторів, зокрема від інтенсивності замішування, вологості тіста, складу рецептури.

Порівняно з тістом із борошна нормальної якості в тісті з високобілкового борошна підвищується вміст осмотично зв'язаної (вільної) води, в тісті з борош-

на з підвищеним вмістом зруйнованих зерен крохмалю — адсорбційно зв'язаної (зв'язаної води). Оптимальною буде така кількість вільної води в тісті, яка забезпечить розчинення легкорозчинних речовин і оптимальне осмотичне набухання білків і пентозанів. Визначення її числового значення потребує подальших досліджень.

5.3. Визначення готовності тіста

Як відзначалось раніше, дозріле тісто мусить мати достатню газоутворювальну здатність, необхідні для забезпечення газо- і формоутримувальної здатності реологічні властивості, достатню для реакції меланоїдиноутворення кількість цукрів і продуктів гідролізу білку, а також продуктів спиртового і молочнокислого бродіння, що обумовлюють смак і аромат хліба.

На жаль, об'єктивних методів контролю готовності тіста за цими показниками не існує. Існує наукова думка, що оптимальну тривалість бродіння опар і безопарного тіста слід визначати за кривою кінетики швидкості газоутворення в цих напівафабрикатах. Тривалість бродіння має закінчуватись при досягненні максимальної швидкості газоутворення і досягнення стійкого зниження після другого екстремуму, рис. 5.11.

На практиці готовність тіста визначають за його титрованою кислотністю, а також за органолептичними ознаками: висотою підйому, пружністю, розпушеністю, сильним спиртовим запахом, за терміном бродіння.

Виброджене тісто має опуклу форму, сильний спиртовий запах, добру розпушеність, сухе на дотик. Моложаве, незріле тісто — липке на дотик, має нерозвинений клейковинний каркас, недостатній об'єм. Перебродивше тісто має плоску поверхню, надто кислий запах, дуже низьку пружність.

За головний показник дозрівання тіста прийнята титрована кислотність. Величина титрованої кислотності має забезпечити стандартну кислотність виробів. Перепад між кислотністю дозрілого тіста і кислотністю виготовлених з нього виробів складає 0,5–1,0 град.

Оскільки тісто є пружно — в'язко — пластичним тілом, для характеристики динаміки зміни його структурно-механічних властивостей при замішуванні та дозріванні в науковій практиці застосовують такі кількісні показники, як гранична напруга зсуву, пластична в'язкість, ефективна в'язкість, еластичність, консистенція. Визначають ці показники на спеціальних приладах: екстенсографі Брабендера, альвеографі Шопена, фаринографі або валориграфі, реотесті.

Контрольні запитання до розділу 5

1. Які фізико-хімічні та колоїдні процеси обумовлюють приготування тіста ?
2. Яка роль крохмалю, білків і пентозанів в утворенні тіста ?



Рис. 5.11. Графік кінетики газоутворення при безопарному способі приготування тіста

3. Які особливості утворення тіста з житнього борошна ?
4. Як впливають спосіб замішування і складові рецептури на процес утворення тіста ?
5. Яка роль спиртового і молочнокислого бродіння у дозріванні тіста ?
6. Які види бродіння відбуваються у процесі приготування пшеничного і житнього тіста ?
7. Яка роль білково-протеїназного комплексу борошна під час дозрівання тіста ?
8. Які зміни відбуваються у вуглеводно-амілазному комплексі під час дозрівання тіста ?
9. Яка роль колоїдних процесів у формуванні структурно-механічних властивостей тіста ?
10. Яке призначення має операція обминання тіста під час його дозрівання ?
11. Якими технологічними заходами можна регулювати процес дозрівання тіста ?
12. Як впливають складові рецептури на процес дозрівання тіста ?
13. Як розподіляється вода за формами зв'язку в тісті ?
14. За якими показниками визначаються готовність тіста ?

Розділ 6

Способи приготування тіста

Тісто готують однофазними чи багатофазними способами. При однофазних способах тісто готують в одну стадію із всієї кількості борошна та іншої сировини, передбаченої рецептурою. При багатофазних, переважно двофазних, способах готують першу фазу з частини борошна і дріжджів, після дозрівання до неї додають решту борошна та іншу сировину за рецептурою і замішують другу фазу — тісто.

Спосіб приготування тіста застосовується залежно від виду і сорту борошна, а також виду виробів та їх рецептури.

Виходячи з біохімічних властивостей борошна, пшеничні сорти хлібних виробів готують на пресованих або рідких дріжджах, а також на дріжджових молочнокислих заквасках, а житні — на молочнокислих заквасках.

Тісто готують за виробничою рецептурою, яка розробляється на кожен вид виробів відповідно до уніфікованої рецептури. Уніфікована рецептура разом з технологічною інструкцією є складовою нормативної документації на певний вид виробів. Вона передбачає склад сировини та її витрати на 100 кг борошна. Перелік і співвідношення сировини в тісті для різних видів хлібних виробів різні. Так, у рецептурах на основні види пшеничного хліба на 100 кг борошна передбачається 0,7–3,0 кг дріжджів, 1,3–2,0 кг солі. До рецептури на здобні вироби на 100 кг борошна, окрім дріжджів (2,0–5,0 кг), солі (1,0–1,5 кг), входять цукор (від 5 до 30 кг), жир (від 6 до 25 кг), а також яйця, молоко тощо.

У виробничій рецептурі при порційному способі приготування тіста зазначаються витрати сировини на одну порцію тіста, тобто на один заміс, залежно від місильної ємкості. При безперервному способі приготування тіста у виробничій рецептурі вказуються витрати сировини за 1 хв замішування напівфабрикату.

Поряд з виробничою рецептурою на кожен вид виробів лабораторією відповідно до технологічної інструкції виготовлення цього виробу розробляються параметри технологічного режиму з урахуванням встановленого обладнання і якості сировини.

До основних параметрів технологічного процесу відносяться вологість і температура за фазами приготування тіста, тривалість бродіння, кислотність, тривалість і температура вистоювання та випікання тістових заготовок, а також деякі інші.

Сировина на замішування напівфабрикатів дозується спеціальними дозаторами або дозуючими станціями.

При порційному способі приготування тіста борошно дозується за масою, інші компоненти — дріжджова суспензія, сольовий і цукровий розчини, розтопленний жир — в основному за об'ємом.

Обраний спосіб приготування тіста має забезпечити набуття тістом оптимальних для його оброблення реологічних властивостей, накопичення у ньому продуктів бродіння, які обумовлюють смак і аромат виробів, належну розпушеність тіста при випіканні для одержання пористої м'якучки хліба.

6.1. Приготування тіста з пшеничного борошна

Тісто з пшеничного борошна готують двофазними або однофазними способами. Основні сучасні способи приготування тіста із пшеничного борошна представлені на рис. 6.1.



Рис. 6.1. Основні способи приготування тіста із пшеничного борошна

Найбільш поширеними є всі види опарного способу. Цей спосіб застосовується при виготовленні широкого асортименту хлібних виробів.

Спосіб приготування тіста на диспергованій фазі застосовується лише на деяких підприємствах при виготовленні булочних і здобних виробів.

Традиційним однофазним є безопарний спосіб приготування тіста. Цей спосіб застосовують в основному при виробництві булочних і здобних виробів. На деяких пекарнях його використовують також при виготовленні хліба.

Останнім часом на підприємствах малої потужності, пекарнях знаходять поширення прискорені способи приготування тіста, що базуються на застосуванні інтенсивного замішування, збільшенні кількості дріжджів, застосуванні підкислювачів або комплексних поліпшувачів.

Спосіб і апаратурну схему приготування тіста обирають залежно від асортименту виробів, об'єму виробництва, наявного обладнання тощо.

Для розпушення пшеничного тіста використовують хлібопекарські дріжджі, рідкі дріжджі, а також дріжджові закваски. На відміну від хлібопекарських дріжджів, рідкі дріжджі та дріжджові закваски готують безпосередньо на хлібопекарському виробництві. При їх виготовленні живильним середовищем слу-

жить суспензія з оцукреної борошняної заварки. Рідкі дріжджі та дріжджова закваска містять високоактивні дріжджові клітини і молочнокислі бактерії. Оскільки рідкі дріжджі та дріжджові закваски готуються на хлібозаводі, є необхідність висвітлити їх приготування.

6.1.1. Приготування рідких дріжджів

Рідкими дріжджами називають дріжджі, вирощені на водно-борошняній заварці, що заквашена до певної кислотності гомоферментативними термофільними молочнокислими бактеріями. Залежно від способу приготування рідких дріжджів вологість живильного середовища, в якому знаходяться дріжджові клітини, становить 78–82 або 88–90 %, кислотність — 10–13 або 8–10 град.

В 1 г рідких дріжджів міститься від 90 до 300 млн. дріжджових клітин, тоді як у 1 г пресованих — 10–15 млрд., але вони мають удвічі більшу зимазну і в 4 рази вищу мальтазну активність. Підйомна сила їх по кульці — 20–35 хв. Для приготування тіста пресовані дріжджі замінюють 20–25-кратною кількістю рідких.

До складу рідких дріжджів входить молочна кислота, внаслідок чого під час їх вирощування пригнічується розвиток сторонньої мікрофлори. Рідкі дріжджі слугують не лише біологічним розпушувачем тіста, але й ефективним поліпшувачем смаку й аромату хліба, уповільнюють його черствіння. Внаслідок високої кислотності вони сприяють запобіганню захворювання хліба на картопляну хворобу.

Технологія приготування рідких дріжджів запропонована в 1930–35 роках професором О.І.Островським. Суть її така. Готують оцукрену заварку, заквашують її гомоферментативними термофільними молочнокислими бактеріями до кислотності в межах 10–14 град, охолоджують до температури 30 ± 2 °С. На цій заквашеній охолодженій заварці вирощують дріжджі.

Метою приготування заварки є клейстеризація крохмалю і денатурація білків борошна. Це створює сприятливі умови для гідролітичних ферментних процесів, що забезпечують максимальне накопичення низькомолекулярних сполук, необхідних для живлення дріжджів.

Для приготування заварки доцільно використовувати слабке з високою автолітичною активністю борошно пшеничне II сорту, житнє обдирне, або їх суміш у співвідношенні 1:1. Ці сорти борошна забезпечують накопичення в заварці оптимальної кількості водорозчинних речовин, необхідних для живлення мікроорганізмів.

Заварювання борошна здійснюють водою з температурою 85 °С, щоб запобігти інактивації ферментів борошна. Для забезпечення глибокої клейстеризації крохмалю температура заварки має бути не нижчою за 65–67 °С.

Для оцукрення заварки в неї вносять при температурі 63–65 °С 1–2 % до маси борошна неферментованого солоду або при температурі 50–55 °С ферментні препарати α -амілази в кількості 0,007–0,01 % чи глюкоамілази в кількості 0,02–0,03 % до маси борошна в заварці. Тривалість оцукрення заварки 1–1,5 год.

Під дією ферментів на клейстеризований крохмаль відбувається глибокий гідролітичний розклад біополімерів борошна. У заварці накопичуються до 20 % цукрів на сухі речовини, низькомолекулярні декстрини, азотисті речовини. Оцукрену заварку заквашують. Оцукрення заварки продовжується і під час її заки-сання.

Метою заквашування заварки є накопичення в ній молочної кислоти, яка пригнічує розвиток нетермофільних кислотоутворюючих бактерій у дріжджах і тісті та запобігає пережаренню дріжджів. Для заквашування заварки використовують гомоферментативні термофільні молочнокислі бактерії. Оптимальна температура їх розвитку — 48–54 °С. Внаслідок асиміляції цими бактеріями цукру в заварці накопичується молочна кислота. Вміст її становить 0,65–1,05 % від маси заварки. Кислотність заварки 10–14 град, рН середовища 3,6–3,8. Для життєдіяльності дріжджів таке слабо кисле середовище є сприятливим.

Інтенсивність молочнокислого бродіння заварки залежить від консистенції, температури, вмісту живильних речовин у заварці, сорту борошна, з якого вона виготовлена. Чим нижчий сорт борошна, з якого приготовлена заварка, і чим гущіша її консистенція, тим скоріше вона закисає. Але основне значення для інтенсивності закисання має температура. При температурі, вищій за оптимальну для розвитку термофільних молочнокислих бактерій, процес кислотонакопичення уповільнюється. При зниженні температури починають активно розвиватись мезофільні кислотоутворюючі бактерії, кислотність підвищується, з'являється запах летких кислот.

Заквашена заварка служить живильним середовищем для розмноження дріжджів. Вона містить 30–34 % на суху речовину моно- і дицукрів, при цьому в заварках, оцукрених глюкочамазою, вміст глюкози сягає 23 %, тоді як у заварках з солодом — 0,9 %, а з амілоризином П10Х — 6,5 %. Під час закисання заварки внаслідок високої протеолітичної активності термофільних молочнокислих бактерій накопичується значна кількість вільних амінокислот.

Охолодження заквашеної заварки до 30 ± 2 °С здійснюється з метою створення оптимальних температурних умов для розмноження дріжджових клітин. У підготовленому таким чином живильному середовищі відбувається накопичення дріжджової біомаси.

За даними О.І.Островського, на побудову дріжджових клітин витрачається біля 1,5 % цукрів, що містяться у живильному середовищі. У цьому середовищі термофільні та мезофільні бактерії не активні. Для життєдіяльності термофільних бактерій температура 30 °С не є оптимальною, інші бактерії пригнічені низьким рН середовища. Тому кислотність рідких дріжджів і тіста, що приготовлене на них, не дуже зростає. Це забезпечує бактеріальну чистоту мікрофлори рідких дріжджів.

У приготуванні рідких дріжджів розпізнають цикл розведення і виробничий цикл.

Цикл розведення — це початковий процес приготування дріжджів. Він полягає в послідовному розмноженні чистих культур термофільних молочнокислих бактерій та дріжджів і накопиченні їх у необхідній для виробництва кількості. Здійснюють його за технологічною інструкцією по виведенню рідких дріжджів спочатку в лабораторних умовах на солодовому суслі, потім на борошняній оцукреній заварці в невеликих ємкостях, після чого — у виробничих чанах. Тривалість цього циклу 3–5 діб.

Кінцева кислотність одержаної в циклі розведення заквашеної заварки — 12–14 град, а маточних дріжджів — 8–10 град.

Виробничий цикл передбачає безперервне цілодобове приготування дріжджів.

До чистих культур мікроорганізмів, що використовуються в дріжджовому виробництві, ставляться певні умови. Штами молочнокислих бактерій мають забезпечити інтенсивне накопичення молочної кислоти. Штами дріжджів повинні

бути кислото- і термостійкими, мати високу енергію розмноження і високу бродильну активність, накопичувати ароматичні сполуки.

У цей час для заквашування заварки використовують штами молочнокислих бактерій виду *Lactobacillus delbruckii*: 30; 30-1; 30-2; 40; 60; Д-76; Е-1. Відносно новий штам 30-1 характеризується термостійкістю (55–70 °С) та ацидотолерантністю (17–22 град), штам 30-2 адаптований до молочної сироватки, штам 40 має підвищену здатність до синтезу діацетилену і ацетальдегіду.

Найбільш поширеними штамами дріжджів виду *Saccharomyces cerevisiae* є штами Московський-23, гібриди 5, 69, 512, Краснодарський, Щелковський, Б-14, які мають стабільні технологічні показники, високу бродильну активність і осмосійкість, кислото- і термостійкість.

У виробничому циклі рідкі дріжджі готують у спеціалізованих відділеннях, обладнаних машинами для приготування заварки, ємкостями для закисання заварки і вищівування дріжджів. Для перекачування використовують шестерінчасті або гвинтові насоси.

У виробничому циклі рідкі дріжджі готують за двома варіантами. *Варіант I* передбачає приготування рідких дріжджів на охолодженій заквашеній заварці без розведення її водою. *За варіантом II* рідкі дріжджі готують на заквашених заварках, розведених водою.

За першим варіантом заварку готують при співвідношенні борошна і води 1:4, вологість її 82–83 %. Для оцукрення заварки вносять неферментований солод, амілолітичні ферментні препарати або глюкочамазу. Як це було зазначено вище, термін оцукрення 1,0–1,5 год.

Дослідження останніх років показали, що оцукрювати заварку перед заквашуванням не обов'язково. Оцукрення крохмалю достатньо глибоко здійснюється під час заквашування.

Охолоджену до 50–54 °С заварку подають у чан із заквашеною заваркою у кількості, адекватній кількості заквашеної заварки, відібраній для живлення дріжджів. Щоб заквашування було повним, кожна нова порція заварки, що надходить у чан для закисання, має знаходитися в ньому 12–14 год. Необхідно, щоб протягом всього періоду в ємкості для заквашування підтримувалась температура, близька до 50 ± 2 °С.

Поширений ритм відбору закваски становить 3–4 год. При цьому ритмі відбір заквашеної заварки становить 1/5–1/7 частину її загальної маси. Такий відбір забезпечує підтримання в чані для закисання заварки сталої температури за рахунок додання в нього гарячої заварки.

Кінцева кислотність заквашеної заварки 10–12 град.

Відібрану заквашену заварку охолоджують до температури 30 ± 2 °С у ємкості-холодильнику і подають як живильне середовище в ємкість для розмноження дріжджів у кількості, адекватній тій кількості уже готових дріжджів, що була відібрана з цієї ємкості на виробництво.

Дріжджі розмножуються при температурі 30 ± 2 °С 6–8 год. Готові дріжджі відбирають через 3–4 год у кількості 50 % від їх об'єму в чані.

Кислотність готових дріжджів 11–13 град, підйомна сила за кулькою 15–25 хв, вологість 82–83 %.

Дріжджі, приготовлені без розведення заквашеної заварки, мало інфіковані сторонньою мікрофлорою, мають стабільнішу кислотність.

Недоліком цього варіанту приготування дріжджів є складнощі з охолодженням заквашеної заварки, значні втрати сухих речовин на бродіння.

За другим варіантом борошняну заварку готують гущішою при співвідношенні борошна і вода — 1:3. Вологість заварки складає 76–78 %. Оцукрення заварки проводять аналогічно тому, як це робиться за першим варіантом.

Заварку заквашують до більш високої кислотності — 12–14 град. Кожну порцію заквашеної заварки, що відбирають для живлення дріжджів, розводять водою у співвідношенні 1:1 до вологості 88–90 % у ємкості для приготування живлення. Внаслідок розведення холодною водою температура заквашеної заварки знижується до 30 °С.

Готові дріжджі відбирають на виробництво через 3–4 год у кількості 50 % від їх об'єму в ємкості. Після відбору дріжджів у цю ємкість вносять еквівалентну відбору кількість підготовленого живлення. Готові дріжджі мають вологість 89–90 %, кислотність 8–9 град, підйомну силу 20–30 хв.

Інтенсифікації розмноження дріжджів сприяє перемішування і аерація, які обумовлюють виділення із живильного середовища летких кислот і диоксиду вуглецю, що пригнічують дріжджові клітини.

Якість дріжджів оцінюють за їх підйомною силою, яку визначають методом спливання кульки у хвилинах. У разі, коли підйомна сила перевищує 35 хв, а кількість дріжджових клітин менша 90 млн/г, дріжджі мають незадовільну якість.

Зниження підйомної сили рідких дріжджів може бути наслідком недостатньої кількості поживних речовин, надмірної вологості живильного середовища, порушення температурного режиму, а також у разі частих і великих відборів дріжджів на виробництво.

Для покращання якості рідких дріжджів доцільно у процесі приготування заварки для збагачення живильного середовища азотвміщуючими сполуками, що необхідні для побудови дріжджової клітини, вносити соєве борошно, білкові концентрати із шротів соняшника; для оцукрення заварки використовувати ферментні препарати глюкоамілази або α -амілази; вносити у початковому періоді вирощування дріжджів мінеральні солі (CaSO_4 , MgSO_4 , K_2HPO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) у кількості 0,05–0,07 % до маси дріжджів, необхідні для активації ферментних систем дріжджової клітини, регулювання рН і окислювально-відновного потенціалу; проводити аерацію живильного середовища у початковій стадії вирощування дріжджів протягом 1 год при витраті повітря 1 м³/год на 100 кг біомаси, застосовувати механічне перемішування його. Ці заходи обумовлюють підвищення підйомної сили дріжджів, покращання їх бродильної активності удвічі, збільшення кількості дріжджових клітин.

Ефективним засобом покращання підйомної сили дріжджів є внесення спеціально підготовлених пресованих дріжджів (0,2–0,3 % до маси рідких дріжджів). Готують суспензію дріжджів у воді (1:10) з температурою 30–35 °С. В суспензію вносять 10–20 % цукру й 1,0 % лимонної кислоти до маси дріжджів. Після цього її підігривають до 40–45 °С, продувають повітрям, знімають піну, в якій містяться відмерлі дріжджові клітини, і вносять у заквашену, охолоджену до 30 °С заварку (10 % до маси заварки). В заварці дріжджі активують протягом 5–6 год. Підготовлені таким чином пресовані дріжджі підсівають щодобово до рідких, поки підйомна сила їх не підвищиться до 20 хв.

Рідкі дріжджі доцільно використовувати переважно у виробництві хліба з борошна II сорту і обойного. При необхідності можна застосовувати їх і при виробництві хліба з борошна I сорту, але треба мати на увазі, що рідкі дріжджі дещо затемнюють м'якушку хліба.

Кількість дріжджів, що вноситься під час приготування тіста (% до маси бо-

рошна), залежить від сорту борошна і складає: для хліба із пшеничного борошна першого сорту 20–25, другого сорту — 30–35, пшеничного обойного — 35–40, при виробництві пшеничних сортів хліба за прискореною технологією 35–40.

У разі використання рідких дріжджів у суміші з пресованими їх вносять (% до маси борошна у тісті): для хліба із борошна пшеничного II сорту — 15, для хліба виробів із борошна пшеничного I сорту — 7–10, для хліба із суміші пшеничного і житнього борошна — 10–15, а при виробництві пшеничних сортів хліба за прискореною технологією — 20–25. Апаратурна схема приготування рідких дріжджів представлена на рис. 6.2.

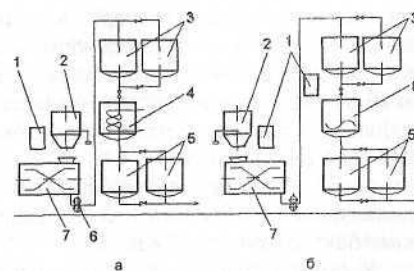


Рис. 6.2. Апаратурна схема приготування рідких дріжджів (а — за першим варіантом, б — за другим варіантом): 1 — водомірний бачок, 2 — автоборошномір, 3 — ємкість для заквашування заварки, 4 — теплообмінник, 5 — ємкість для розмноження дріжджів, 6 — шестеренчастий насос, 7 — заварювальна машини, 8 — ємкість для розведення заквашених заварок

6.1.2. Хмелеві дріжджі

Хмелеві дріжджі є одним із видів рідких дріжджів. Особливістю їх приготування є застосування хмелевого відвару для приготування заварки, яку використовують як живильне середовище для вирощування дріжджів. Заварку готують при співвідношенні борошна до води чи хмелевого відвару 1:4.

Хміль містить гіркі кислоти і смоли, які надають дріжджам і хлібу приємного аромату, а також пригнічують розвиток сторонньої мікрофлори при вирощуванні дріжджів.

Відомо кілька способів приготування хмелевих дріжджів. За одним з них окремо готують «гірку» і «солодку» заварки, потім їх змішують у співвідношенні 1:4 і на такому живильному середовищі вирощують дріжджі.

За іншим способом хмелеві дріжджі вирощують також на суміші «гіркої» та «солодкої» заварки. Але для заквашування заварки застосовують мезофільні молочнокислі бактерії виду *Lactobacillus plantarum* — А6. Чисті культури молочнокислих бактерій і дріжджів вирощують на цьому середовищі разом. Для запобігання забруднення дріжджів сторонньою мікрофлорою цикл розведення необхідно проводити один раз на квартал. Хмелеві дріжджі, приготовлені за цим способом, використовують для приготування хліба з пшеничного обойного і житнього борошна. Заваркою на хмелевому відварі можна замінити 1/4 заварки, що витрачається на приготування заквашеної заварки і при інших схемах приготування дріжджів.

6.1.3. Приготування пшеничних заквасок

Закваскою називають напівфабрикат, який одержують зброджуванням живильного середовища у вигляді оцукреної заварки або водно-борошняної сус-

пензії різними видами бактерій, або бактерій і дріжджів, здатних продукувати ті чи інші продукти життєдіяльності. У практиці хлібопечення застосовуються дріжджові закваски, виготовлені за джамбульською схемою, схемою колишнього ВНДХПа, а також так звані закваски направленої дії. Це бездріжджові мезофільна і концентрована молочнокислі закваски, пропіоновокисла, ацидофільна та деякі інші.

Мезофільні дріжджові закваски. Технологія їх приготування передбачає вирощування дріжджів на оцукреній заварці разом з мезофільними молочнокислими бактеріями при 28–32 °С.

У промисловості поширена джамбульська схема приготування рідкої дріжджової закваски. За цією схемою у циклі розведення чисті культури молочнокислих бактерій не використовуються. Молочнокисле бродіння в оцукреній заварці забезпечується бактеріями, що вносяться з борошном. У цьому циклі використовуються шість штамів дріжджів раси Джамбульська. Їх особливістю є висока бродильна активність, підвищена здатність до розмноження.

За Джамбульською схемою живильне середовище для дріжджів готують таким чином. Половину борошна, призначеного для приготування закваски, заварюють киплячою водою, до заварки додають холодну воду, при температурі 50–60 °С вносять решту борошна, залишають у заварювальній машині на 40–60 хв для оцукрення. Співвідношення борошна і води в оцукреній заварці має бути 1:3. Після оцукрення заварку розводять холодною водою до вологості 82–84 %, температура її має бути 30–32 °С.

За умов приготування тіста із суміші пшеничного борошна другого сорту і обойного для створення живильного середовища рекомендується використовувати борошно другого сорту і житнє обдирне у співвідношенні 1:1. Коли ж тісто готують із борошна першого сорту, живильне середовище краще готувати з борошна цього ж сорту.

У виробничому циклі кожні 3–3,5 год відбирають 50 % закваски і додають живильну суміш. Кислотність закваски із суміші пшеничного борошна другого сорту і житнього обдирного — 10–11 град, із борошна другого сорту — 8–9 град. Температура бродіння 30–32 °С.

У дріжджовій заквасці одночасно проходить молочнокисле і спиртове бродіння. При приготуванні тіста на опарах вносять 15–25 % цієї закваски від маси борошна. Якщо тісто готують із сортового борошна, закваску застосовують разом з пресованими дріжджами. При цьому зменшують дозу і закваски, і дріжджів.

На відміну від Джамбульської, у Російському ДНДІП розроблена технологія приготування мезофільних заквасочних дріжджів з використанням суміші селекціонованих штамів мезофільних молочнокислих бактерій *L. casei*-C1, *L. plantarum*-A63. Після вирощування їх на борошняній оцукреній заварці вносять культуру дріжджів *Sacharomyces cerevisial* штам ФР-3, виділений з інстантних дріжджів, і далі культивування молочнокислих бактерій і дріжджів ведуть разом.

У виробничому циклі тривалість бродіння цих заквасок становить 3,5–4 год при температурі 30±2 °С. Кислотність закваски 8–10 град, залежно від сорту борошна, з якого вона виготовляється. На виробництво відбирається 50 % спільних дріжджових заквасок. Дозують закваску в кількості 15–25 % до маси борошна.

Пшеничні закваски направленої дії. У практичному хлібопеченні як при двофазних, так і при однофазних способах приготування тіста застосовують бездріжджові закваски для підвищення кислотності напівфабрикатів і хліба, з

метою інтенсифікації технологічного процесу, покращання мікробіологічної чистоти хліба, пригнічення розвитку в хлібі мікрофлори, що викликає пліснявиня, захворювання на картопляну хворобу. Їх додають при замішуванні опари або тіста на пресованих дріжджах. До таких заквасок відносяться мезофільна і концентрована молочнокислі закваски, а також пропіоновокисла, ацидофільна, комплексна та деякі інші. Широке визнання в хлібопекарській промисловості знайшли мезофільна (ММКЗ), концентрована (КМКЗ) молочнокислі закваски, які застосовують для підкислення напівфабрикатів і врешті хліба. Підвищення кислотності тіста необхідне при переробленні борошна з високою автолітичною активністю, виробленого із пророслого зерна, для зниження активності α -амілази, а також із зерна «вогневої» сушки з крихкою або короткорваною клейковиною для покращання набухання білків, і при безопарному та прискорених способах приготування тіста. При переробленні пшеничного борошна II сорту чи обойного підвищення кислотності тіста шляхом внесення заквасок або інших підкислювачів сприяє покращанню набухання оболонкових частинок борошна.

У кислшому середовищі прискорюються процеси конверсії біополімерів борошна, тісто швидше набуває необхідних для розробки реологічних властивостей. Це особливо важливо при прискорених способах приготування тіста.

У літній період підвищення кислотності тіста шляхом внесення ММКЗ є одним із основних технологічних заходів по підвищенню стійкості хліба до збудника картопляної хвороби.

При використанні підкислюючих заквасок тісто збагачується не лише кислотами, але й водорозчинними білками, вуглеводами, а також ароматичними сполуками, що сприяє покращанню стану м'якучки хліба, його смакових якостей. Кислотність виробів підвищується приблизно на 1 град порівняно із звичайною нормою.

Мезофільна молочнокисла закваска (ММКЗ). Технологічна схема приготування закваски розроблена Каздіпрохарчпромом. ММКЗ — це напівфабрикат вологістю 68–72 %, з кінцевою кислотністю 20–25 град. У циклі розведення приготування ММКЗ використовують чисті культури молочнокислих бактерій *L. Ferment* 27. У виробничому циклі живильне середовище готують із борошна I або II сорту. Закваски виброджують при температурі 35–37 °С протягом 8–24 год до кислотності 20–25 град. Термін виброджування залежить від кількості відібраної на виробництво закваски і сорту борошна. Залежно від ритму роботи підприємства, на виробництво відбирають від 30 до 90 % готової закваски.

Відібрану кількість закваски поповнюють такою ж кількістю живильної суміші з борошна і води. Живильну суміш готують періодично в машинах типу ХЗМ-300 або безперервно — в машинах типу Х-12, насосом перекачують у ємкості для бродіння. Відібрану з ємкості для використання готову закваску перекачують у збірну ємкість, а звідти вона надходить на приготування опари або тіста. В опару ММКЗ вносять у кількості 4–6 %, а в разі внесення її в тісто — 6–8 % до маси борошна.

Концентрована молочнокисла закваска (КМКЗ). Технологічна схема приготування цієї закваски розроблена колишнім ВНДІП. Ця закваска готується вологістю 63–66 %, має кінцеву кислотність 14–18 град. На приготування закваски використовують 3–5 % борошна, передбаченого рецептурою. У циклі розведення використовують чисті культури молочнокислих бактерій *L. plantarum*-30, *L. brevis*-1, *L. fermenti*-34, *L. casei*-26, або лише дві останні культури у вигляді рідини чи сухого лактобактерину, який є сумішшю цих культур.

У виробничому циклі частину закваски використовують для її оновлення, а решту — для приготування тіста. При роботі підприємства в три зміни КМКЗ оновлюють один раз за зміну. При двозмінній роботі — двічі на добу. В першу і другу зміни відбирають на приготування тіста по рівній кількості закваски 2/3 частини (66 %) від її маси. До 1/3 частини закваски, що лишилася, додають живильну суміш. Співвідношення закваски і живильної суміші 1:2. Температура КМКЗ 32–36 °С.

При однозмінній роботі підприємства КМКЗ освіжають один раз на добу. Для приготування тіста використовують 3/4 частини готової закваски, а решту (1/4 частини) використовують для приготування нової закваски. Співвідношення закваски і живильної суміші 1:3.

При незапланованих перервах у роботі підприємства КМКЗ можна не оновлювати до 24 год. Якщо ж планується перерва в роботі більш, ніж на добу (у зв'язку з ремонтом чи з інших причин), тоді 15–20 кг КМКЗ зберігають у холодильній камері. Перед початком роботи до маси закваски додають живильну суміш у співвідношенні 1:4. Температура живильної суміші повинна бути 47–49 °С, щоб забезпечити температуру закваски 36–40 °С. Закваску зброджують до кислотності 14–18 град. Якість КМКЗ контролюють по швидкості кислотонакопичення і активності молочнокислих бактерій, яку визначають за зміною забарвлення метиленової сині чи янус-грюн. У заквасці нормальної якості показник активності має бути 30–40 хв. Готовність КМКЗ визначають за кислотністю.

КМКЗ додають при приготуванні опари у кількості 4–5 % до маси борошна в тісті. Одночасно з закваскою при замішуванні опари вносять дріжджі пресовані хлібопекарські. Опара дозріває 3–3,5 год, тісто бродить 60–90 хв, залежно від рецептури виробів.

Якщо тісто з пшеничного борошна першого сорту готують безопарним способом, закваску вносять у кількості 8–10 % до маси борошна в тісті. Тісто дозріває 90–120 хв.

КМКЗ використовують у разі приготування тіста прискореним способом. Її додають при замішуванні тіста разом зі збільшеною проти норми, передбаченої рецептурою, на 0,5–1 % кількістю пресованих дріжджів.

Окрім мезофільних заквасок для підкислення напівфабрикатів використовують харчові органічні кислоти, молочну сироватку, спілу опару чи тісто.

Потрібну кількість кислоти (G_x , кг) визначають за формулою:

$$G_x = \frac{(G_t \cdot K - G_{on} \cdot K_1 - G_6 K_2) \cdot 1000 \cdot T}{M}$$

де G_t — маса тіста, кг (визначається розрахунковим шляхом за рецептурою); K — задана кислотність тіста, град; G_{on} — маса опари чи закваски, кг; K_1 — кінцева кислотність опари або закваски, град; G_6 — маса борошна, що пішло на замішування тіста, кг; K_2 — кислотність борошна, град; T — титр кислоти, г/см³ (молочної — 0,09, лимонної — 0,07, оцтової — 0,06); M — вихідна концентрація кислоти за якісним посвідченням або за етикеткою на упаковці, %.

Необхідну для підкислення тіста кількість сироватки ($G_{сир}$) визначають за формулою:

$$G_{сир} = \frac{G_t \cdot K_1 - G_6 K_2}{K_{сир}}$$

де $K_{сир}$ — кислотність сироватки, град або 0,1 °Т.

Для підвищення кислотності на 1 град на 1 кг напівфабрикату необхідно внести розчин, що містить одну з органічних кислот: лимонну — 0,70–0,75, яблучну — 0,6–0,7, молочну (40 % концентрації) — 0,06–0,07 г.

Пропіоновокисла закваска готується на пропіоновокислих бактеріях штаму ВКМ-103. Живильним середовищем для її приготування є борошняна заварка. Пропіоновокислі бактерії накопичують у живильному середовищі пропіонову і мурашину кислоти, які є ефективними інгібіторами розвитку спорових бактерій і пліснявих грибів. Поряд з цим у заквасці накопичується вітамін В₁₂. Кислотність цієї закваски 12–16 град. Пропіоновокисла закваска застосовується з метою попередження розвитку картопляної хвороби хліба, пліснявіння.

Ацидофільна закваска містить культуру бактерій *L. Acidophilus-146* (ацидофільна паличка) і дріжджі штаму Рязанські-17, адаптовані до підвищених температур (40–45 °С). Вона має здатність до пригнічування розвитку спорових бактерій і плісеней. Готується на оцукреній борошняній заварці. Кислотність ацидофільної закваски 9–10 град, підйомна сила 15–18 хв. Її рекомендується застосовувати при виготовленні виробів із підвищеним вмістом цукру і жиру. При її внесенні в тісто покращуються структурно-механічні властивості м'якшкі виробів.

Комплексна закваска містить штами пропіоновокислих і молочнокислих бактерій та дріжджів, має здатність пригнічувати розвиток плісеней і спорових бактерій. Готується комплексна закваска на оцукреній борошняній заварці. Має кислотність 10 — 12 град, підйомну силу 10–20 хв.

6.1.4. Приготування тіста на густих опарах

Спосіб приготування тіста на густих опарах універсальний, він надає технологічному процесу певної гнучкості та забезпечує високу якість всіх видів хліба, булочних і здобних виробів.

Опарний спосіб складається з двох технологічних операцій — операції приготування опари; операції приготування на ній тіста. Опару готують із частини всього борошна, води і дріжджів. До вибродженої опари додають решту борошна, воду, сіль, іншу сировину і замішують тісто.

При опарному способі витрати дріжджів становлять: пресованих — 0,5–1,0 %, рідких дріжджів або дріжджової закваски — 20–25 % до маси борошна у хлібному тісті та 1,5–3,0 % пресованих дріжджів у разі приготування булочних і здобних виробів. Як правило, сіль і цукор в опару не вносять тому, що вони пригнічують життєдіяльність дріжджів. Але при переробці борошна зі слабкою клейковиною, підвищеною автолітичною активністю рекомендується вносити в опару біля 0,25 % солі для зниження активності ферментів і укріплення клейковини.

Метою приготування опари є адаптація дріжджів до життєдіяльності в анаеробних умовах борошняного середовища, активація їх і розмноження; гідратація і ферментативний гідроліз біополімерів борошна; накопичення кислот, водорозчинних і ароматичних сполук.

З метою створення сприятливих умов для життєдіяльності мікрофлори опару готують рідшої консистенції, ніж тісто.

У промисловості поширені порційний і безперервний способи приготування тіста на густих опарах.

Розпізнають традиційні густі опари, які готують із 40–55 % всього борошна, і великі густі опари, на приготування яких витрачають 60–70 % всього борошна.

Густі опари готують вологістю 45–48 % при порційному способі замішування у діжах і 41–45 % — при безперервному приготуванні у тістоприготувальних агрегатах. Нижча вологість опари, приготовленої в агрегатах, пов'язана з необхідністю її транспортування по тістопроводах. Для булочних і здобних виробів опара має меншу вологість (43–46 %), ніж для хліба, у зв'язку з нижчою нормою вологості цих виробів.

Вологість опари обирають також залежно від сорту борошна, його хлібопекарських властивостей, рецептури виробів. При переробці слабкого за силою борошна вологість опари знижують; якщо борошно сильне або містить короткорвану клейковину, опару готують рідшої консистенції для покращання набухання і пептизації білків.

Початкова температура бродіння опари (28 ± 2 °С) є нижчою, ніж температура бродіння тіста (30 ± 2 °С). Це пов'язане з тим, що в опарі мають бути оптимальні умови для розмноження дріжджових клітин, а в тісті — для їх високої бродильної активності. Але залежно від якості борошна, кліматичних умов температура може коливатись від 25 до 32 °С. Так, при переробці слабкого борошна початкову температуру бродіння опари зменшують на 2–3 °С проти норми для зниження активності ферментативних процесів.

Тривалість бродіння опари 3,5–4,5 год, залежно від вмісту в ній борошна, його сорту, якості, кількості та активності дріжджів, вологості, температури. Опара з борошна вищого виходу дозріває швидше, ніж низького. Це обумовлюється значно більшим вмістом у борошні високих виходів поживних речовин для бродильної мікрофлори.

На кінець бродіння об'єм опари збільшується в 1,5–2 рази, після чого вона починає опадати. Початок опадання опари є ознакою її готовності. На виробництві готовність опари визначають за титрованою кислотністю, збільшенням об'єму, пружністю. Кислотність спілої опари має бути: для густих опар із пшеничного борошна вищого сорту 2,5–3,5, першого — 3–3,5, другого — 4–4,5, обойного — 6–7,5 град.

За необхідності підвищення кислотності опари її готують на рідких дріжджах, додають мезофільні закваски, спілу опару або тісто.

Традиційні опари готують за 40–55 % борошна переважно порційним способом з вологістю 45–48 % у діжах, застосовують також безперервний спосіб приготування в тістоприготувальних агрегатах. Тривалість бродіння традиційної опари 3–4,5 год, тіста, приготовленого на цій опарі, — 1,0–2,0 год.

При порційному приготуванні традиційну опару замішують у діжі тістомісильної машини типу А2-ХТБ або інших марок. У діжу дозують воду, дріжджову суспензію, потім засипають борошно. Опару місять 6–7 хв до одержання однорідної маси, після чого залишають дозрівати.

У діжу з вибродженою опарою вносять воду, сіль, додаткову сировину за рецептурою і місять тісто протягом 7–10 хв. Більш короткий заміс необхідний при переробленні слабкого, а триваліший — для сильного борошна.

Початкова температура тіста 30 ± 2 °С. За 25–30 хв до кінця його дозрівання доцільно провести обминання протягом 1–2 хв. Тісто із борошна зі слабкою клейковиною, а також борошна другого сорту і обойного не обминають.

При виробництві здобних виробів під час операції обминання в тісто вносять цукор і жир, тобто проводять виздобу тіста.

Приготування тіста на великих густих опарах передбачає вміст в опарі 60–70 % всього борошна, інтенсивну обробку тіста при замішуванні, скорочення терміну бродіння тіста до 30–40 хв. Велику густу опару готують вологістю 43–45 %. В умовах безперервного способу приготування опар вологість їх — 41–43 %. Тривалість бродіння опар 3,5–4,5 год. Температура — 26–28 °С. Цей спосіб застосовують як при порційному, так і при безперервному приготуванні тіста. За цим способом в опарі 2/3 всього борошна протягом 3,5–4,5 год піддається дії ферментів і мікроорганізмів, що обумовлює прискорення дозрівання тіста, накопичення ароматичних і смакових речовин.

При порційному способі приготування тіста на великій густій опарі опару і тісто замішують у тістомісильній машині періодичної дії А2-ХТБ або інших марок, тобто технологія подібна до приготування традиційної опари.

Для забезпечення інтенсивної обробки тіста термін його замішування подовжують до 15–20 хв, залежно від сорту борошна. Внаслідок глибокого зброджування в опарі більшої частини всього борошна, інтенсивної обробки тіста при подовженому замішуванні скорочується термін дозрівання тіста. Порційний спосіб приготування великої густої опари і тіста створює умови для легкого переходу з виробництва одного сорту борошна на інший.

Схема приготування тіста на великій густій опарі наведена на рис. 6.3.



Рис. 6.3. Схема приготування тіста з пшеничного борошна першого сорту на великій густій опарі

При безперервному способі приготування тіста на великих густих опарах застосовують тістоприготувальні агрегати. У промисловості розповсюджені агрегати І8-ХАГ-6, Л4-ХАГ-13, І8-ХТА-12 та інші. До складу цих агрегатів входять тістомісильні машини безперервної дії для замішування опари і тіста, пристрої для транспортування опари і тіста, дозуючі пристрої, ємкості для бродіння опари і тіста. Так, в агрегаті І8-ХАГ-6 опара замішується у тістомісильній машині безперервної дії та лопатевим нагнітачем подається в одну із секцій шести-секційного бункера для бродіння ємкістю 6 м³. Бункер періодично обертається навколо вертикальної осі тому під завантаження надходить наступна секція бункера. Термін заповнення усіх секцій дорівнює періоду бродіння опари відповідно

до встановленого технологічного режиму (4–4,5 год). Із секції, в якій опара вже вибродила, через отвір у днищі бункера вона надходить у шнековий насос і транспортується до тістомісильної машини для замішування тіста. Порожня секція подається під завантаження. Замішене тісто шнековим насосом подається на бродіння у бункер над тістоподільником. Цей агрегат розрахований на виробництво 15 т хлібних виробів на добу.

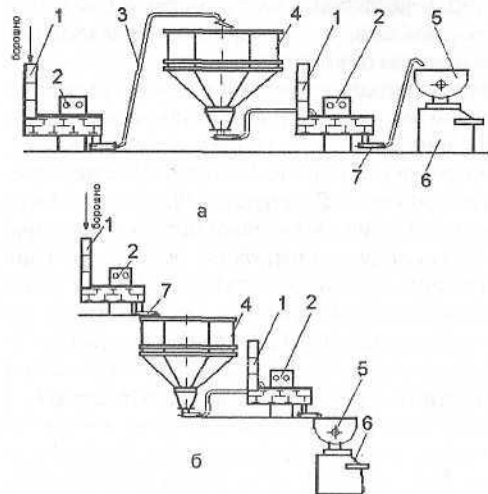


Рис. 6.4. Апаратні схеми приготування тіста на великій густій опарі в агрегаті ИВ-ХТА-12 (а – горизонтальна; б – вертикальна): 1 – тістомісильна машина, 2 – дозувальна станція, 3 – трубопровід, 4 – бункер для бродіння опари, 5 – ємкість для бродіння тіста, 6 – тістоподільник, 7 – нагнітач

опара за допомогою дозатора по трубопроводу направляється у тістомісильну машину для замішування тіста. Замішене тісто із машини лопатевим нагнітачем по тістопроводу транспортується в корита для бродіння, де воно виброджує 30–40 хв, а звідти – у ліжку тістоподільної машини.

При бродінні опари у бункерах внаслідок зменшення витрат тепла в навколишнє середовище швидше підвищується її температура, а також інтенсивніше зростає кислотність, ніж при бродінні у діжах. Наростання кислотності становить приблизно 0,35–0,45 град/год. Це сприяє покращанню набухання та пелтизації білків, прискорює ферментативні процеси.

Знижена вологість опари полегшує її транспортування шнековими насосами або іншими транспортними пристроями. Об'єм опари за час бродіння порівняно з початковим збільшується у 2–2,5 рази. Об'ємна маса при цьому змінюється з 0,95 до 0,4 кг/дм³.

Внаслідок інтенсивної механічної обробки тіста в результаті замішування і транспортування суттєво зменшується термін його бродіння і становить біля 30 хв.

При горизонтальній схемі розміщення агрегатів у процесі замішування і транспортування напівфабрикатів температура опари підвищується на 5–8 °С. Це викликає погіршення фізичних властивостей напівфабрикатів. Для за-

Потужнішим є агрегат ИВ-ХТА-12 (рис. 6.4). Він розрахований на виробництво 30 т хліба на добу. Від агрегату ИВ-ХАГ-6 він відрізняється в основному тим, що бродіння опари відбувається у стаціонарному бункері. Завантаження бункера опарою здійснюється через розподільний лоток, який періодично обертається і направляє замішену опару у відповідну секцію бункера. На цей лоток від тістомісильної машини опара подається лопатевим нагнітачем. Розвантаження секції з вибродженою опарою здійснюється через отвір у поворотному днищі бункера. Днище і розподільний лоток установлені на одному вертикальному валу і свіжезамішана опара подається у розвантажувальну секцію.

Із бункера виброджена

побігання надмірного підвищення температури опари і тіста воду та рідкі компоненти охолоджують з тим, щоб початкова температура опари не перевищувала 23–27 °С.

В умовах вертикальної схеми компонування агрегатів для приготування тіста виключається нагнітання напівфабрикатів, що забезпечує мінімальне підвищення температури і оптимальні структурно-механічні властивості тіста. Але за цієї схеми оператору складніше обслуговувати тістомісильні машини.

На підприємствах для безперервного замішування опари і тіста поряд з машинами Х-26 використовують дискові тістомісильні машини А2-ХТТ. Для бродіння опари встановлюють коритоподібні ємкості, а для бродіння тіста – великі корита чи бункери над тістоподільниками (рис. 6.5). Така апаратна схема запобігає перекиданню тіста, надмірному підвищенню його температури та забезпечує належну якість виробів.

Тісто, виготовлене на великій густій опарі, має високі фізичні властивості, стійке у розробці, при округленні й формуванні. Хліб має хороший смак і запах, добру розпушеність м'якушки.

Опарний спосіб приготування тіста гнучкий. При його застосуванні є можливість впливати на якість тіста шляхом регулювання вмісту борошна в опарі, її вологості, температури, терміну дозрівання. Цей спосіб незамінний при переробленні борошна із пророслого зерна, зерна, ушкодженого клопом-черепашкою, інших видів борошна з підвищеною автолітичною активністю, коли необхідно знизити активність ферментів шляхом підвищення кислотності напівфабрикатів і хліба.

6.1.5. Приготування тіста на рідких опарах

Цей спосіб базується на активізації життєдіяльності в рідкому живильному середовищі дріжджових клітин, ферментних систем борошна, глибокому набуханні його колоїдів.

Рідкі опари готують вологістю 65–75 % із 25–30 % всього борошна на рідких або пресованих дріжджах.

Рідкі опари застосовують переважно у виробництві хліба із пшеничного борошна II сорту і обойного, що готується на рідких дріжджах. Готують також рідкі опари із пшеничного борошна I сорту на пресованих дріжджах або на пресованих разом з рідкими дріжджами.

Для виробництва хліба високої якості необхідно, щоб якомога більша кількість борошна була зброджена у першій фазі. Максимально можливий вміст борошна у рідкій опарі при внесенні до неї всієї кількості води, передбаченої на приготування тіста. Тому бажано, щоб вологість опари була якомога нижчою. Так, при вологості опари 65 % у ній міститься біля 40 % всього борошна, а при

вологості 75 % — лише біля 30 %. Оптимальною є вологість опари біля 70 %. При зниженні вологості до 65 % підвищується в'язкість опари, що утруднює її транспортування трубопроводами. При вищій вологості зменшується кількість зброженого борошна, що вноситься з опарою в тісто, а також погіршуються умови життєдіяльності дріжджів.

Витрати дріжджів при приготуванні рідких опар такі ж, як і при роботі на густих опарах.

Дріжджові клітини в рідких опарах мають кращу бродильну активність, ніж у густих, кращі умови для накопичення більшої кількості біомаси. Оптимальна температура дозрівання рідких опар 28–32 °С, тривалість бродіння 3,5–5 год, залежно від вологості опар, сорту борошна, виду та якості дріжджів, температури бродіння.

У разі приготування опари на суміші пресованих і рідких дріжджів останні вносять у кількості 10–15 % до маси всього борошна для опар із борошна першого сорту і 15–20 % — другого сорту, а пресовані — за рецептурою. Допускається зменшення кількості пресованих дріжджів на 30–50 %. Такі опари дозрівають 3,5–4 год. Кислотність їх на 0,5–1,0 град вища, ніж опар, приготованих лише на пресованих дріжджах.

Для зниження в'язкості опар, зменшення піноутворення, стабілізації кислотності, в опару додають частину солі — 0,3–0,5 % до маси борошна в тісті. Сіль у рідких опарах у меншій мірі пригнічує дріжджі, ніж у густих, бо концентрація солі в них у 1,5 рази нижча, ніж у густих опарах при однаковому дозуванні. У солоних опарах затримується протеоліз білкових речовин, покращується газоутримуюча здатність тіста. Але додавати всю передбачену рецептурою сіль в опару недоцільно, бо при цьому сповільнюється процес вистоювання тістових заготовок. Оптимальна кількість солі, що додається в опару, становить 50 % від усієї маси солі, передбаченої рецептурою.

Готовність опари визначають за її кислотністю і підйомною силою. Кінцева кислотність опар з пшеничного борошна першого сорту — 5–6, другого — 6–7, обойного — 8–9 град. Підйомна сила за спливанням кульки — 17–25 хв.

Розпізнають «великі» та «малі» рідкі опари. Великими називають опари, які готують з усієї кількості води, призначеної для замішування тіста, за виключенням води, необхідної для приготування розчинів сировини, що додається при замішуванні тіста. Це найбільш поширений варіант приготування опари.

Малі рідкі опари готують з частини води. З малими опарами в тісто вноситься значно менше зброженого борошна. Відомий спосіб, коли на малій опарі готують велику рідку опару, а на ній — тісто (краснодарська схема).

Рідкі опари універсальні. На їх основі можна готувати різні вироби, змінюючи рецептуру під час замішування тіста, що сприяє раціональній організації праці в тістоприготувальному відділенні хлібозаводу. В рідких опарах значно активніше, ніж у густих, відбуваються біохімічні, мікробіологічні та колоїдні процеси, внаслідок чого в готовому тісті знаходиться більше водорозчинних білкових речовин, амінокислот і цукрів. Це забезпечує хороший об'єм, пористість і колір скоринки виробів.

При використанні рідких опар витрати на бродіння на 0,3–0,5 % менші порівняно з витратами при приготуванні тіста на густих опарах.

Рідка опара добре зберігається при низьких температурах. При температурі 13 °С кислотність її за дві доби підвищується на 1,1 град, підйомна сила змінюється незначно, при 20–24 °С через добу кислотність підвищується на 2–3 град. При пе-

рерві в роботі на 8–48 год рідку опару необхідно охолодити до 10–15 °С, а перед замішуванням — підігріти. Охолодження і нагрівання здійснюють за допомогою змішувачів, установлених в ємкостях для бродіння опари.

Рідкі опари готують періодичним (порційним) або безперервним способами. У промисловості найбільш поширеним є періодичний спосіб приготування рідких опар. На окремих підприємствах застосовують і безперервний спосіб.

При *періодичному способі* для приготування рідких опар використовують машини ХЗ-2М-300. У машину дозують воду, пресовані чи рідкі дріжджі, сольовий розчин і борошно. Сировину перемішують до одержання сметаноподібної маси найчастіше вологістю 70 ± 2 %. Із машини опару шестеренчастим насосом перекачують по черзі в ємкості для бродіння. Рекомендують використовувати стандартизовані ємкості, оснащені водяними сорочками для підігрівання або охолодження опари. Період завантаження цих ємкостей дорівнює періоду бродіння опари. Опару, що вибродила, повністю викачують із ємкості у напірний чан. Ємкість з-під опари миють і завантажують на бродіння наступну порцію опари. Із напірної ємкості опара через дозатор подається на замішування тіста.

При *безперервному способі* приготування опару замішують у безперервно діючих змішувачах, у більшості випадків нестандартної конструкції, подібних до тістомісильної машини Х-12, подають у напірну ємкість, звідки опара безперервно надходить у ємкості для бродіння і безперервно відбирається на замішування тіста. На деяких підприємствах опара готується порційно, подається в напірну ємкість, а з неї — на збродження безперервно-проточним способом. При цьому способі для збродження опари використовують коритоподібні ємкості або ємкості циліндричної форми. Схема приготування тіста на великій рідкій опарі з використанням рідких дріжджів наведена на *рис. 6.6*.



Рис. 6.6. Схема приготування тіста з борошна другого сорту на великій рідкій опарі

У разі приготування тіста на великих рідких опарах, його замішують лише на рідкій опарі без додавання води (за винятком води, що міститься у розчинах солі та цукру). Рідка опара дозується за об'ємом черпаковими дозаторами чи дозаторами камерного типу.

При порційному способі приготування тіста в діжу тістомісильної машини дозується опара, решта борошна, частина сольового розчину, що залишилася, і

додаткова сировина, передбачена рецептурою. Для замішування тіста використовують машини А2-ХТБ, Т1-ХТ-2А та інші. Для забезпечення інтенсивного оброблення тіста термін замісу має бути 15–20 хв. Тісто, приготовлене на великій рідкій опарі порційним способом, дозріває 40–60 хв.

При безперервному способі приготування тіста замішування його провадиться в тістомісильних машинах безперервної дії марок Х-26, І8-ХТА-12/1, А2-ХТТ або інших. Для додаткового оброблення на деяких заводах після тістомісильної машини ставлять шнек інтенсивної обробки з числом обертання 170–200 с⁻¹, яким тісто подається на бродіння у невелику ємкість над тістоподільником або в коритоподібний агрегат, рис. 6.7.

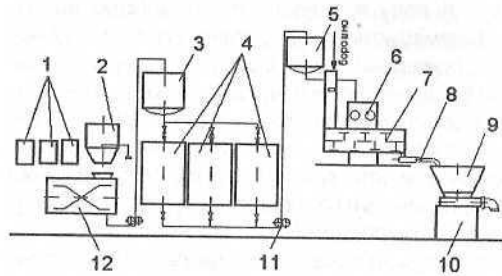


Рис. 6.7. Апаратурна схема безперервного приготування пшеничного тіста на рідкій опарі, що готується періодично:

1 — дозатори рідких компонентів, 2 — автоборошномір, 3 — напірна ємкість, 4 — ємкості для бродіння рідкої опари, 5 — збірник для рідкої опари, 6 — дозувальна станція, 7 — тістомісильна машина, 8 — шнек інтенсивної обробки тіста, 9 — ємкість для бродіння тіста, 10 — тістоподільник, 11 — шестеренчастий насос, 12 — змішувач для рідкої опари

рює можливість організації тістоприготування в одну або дві зміни.

У промисловості впроваджено кілька схем приготування тіста на рідких опарах. Найвідоміші Донецька, Луганська, Краснодарська та схема, розроблена ВНДІХП.

Донецька схема передбачає приготування великої рідкої опари вологістю 72–74 % із 30 % всього борошна і 30–35 % до маси борошна у тісті рідких дріжджів. Опара готується порційним способом. В опару вноситься 30...35 % солі, передбаченої рецептурою. Дозріває вона 3–5 год. На замішування тіста подається опара, решта борошна (70 %) і солі (70–50 %). Тісто замішують у машині безперервної дії з додатковим обробленням шнеком. Початкова температура тіста 30–33 °С. Тісто дозріває 20–30 хв і подається на оброблення.

Схема ВНДІХП. За цією схемою (рис. 6.8) рідку опару готують вологістю 65 % безперервним способом у змішувальній машині. Виброджує опара в безперервно діючому бродильному апараті. Виброджена опара насосом подається у збірну ємкість опари, з якої в необхідній кількості надходить у тістомісильну машину безперервної дії.

Луганська схема безперервно-проточного приготування рідкої опари. За цією схемою (рис. 6.9) для приготування опари вода, рідкі дріжджі, сольовий розчин, борошно дозують в машину ХЗ-2М-300. Опару замішують 6 хв і насосом перекачують у напірну ємкість, з якої вона безперервно надходить через копіршайби і трубу діаметром 100 мм у нижню частину ємкості для бродіння. Копіршайбами регулюють величину притоку опари. Опара з нижньої частини ємкості по-

ступово піднімається вгору, зброджуючись дріжджами. Виброджена опара безперервно відбирається із кожної ємкості через патрубки з копіршайбами, що встановлені на рівні 2/3 висоти від дна чанів, і подається у збірник, з якого через дозатор направляється в тістомісильну машину. Вологість опари 70 %, початкова температура 28–30 °С, витрати рідких дріжджів 30 % до маси борошна, термін бродіння опари з борошна ІІ сорту — 3,5–4 год, кислотність — 6,5–7 град, підйомна сила за методом спливання кульки — 23–25 хв.

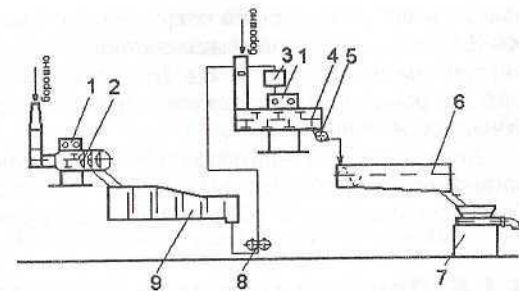


Рис. 6.8. Апаратурна схема безперервного приготування рідкої опари і тіста:

1 — дозувальна станція, 2 — тарілчастий змішувач, 3 — напірна ємкість, 4 — тістомісильна машина, 5 — лопатевий нагнітач, 6 — ємкість для бродіння тіста, 7 — тістоподільник, 8 — шестеренчастий насос, 9 — агрегат для безперервного зброджування рідкої опари

Тісто готують без заливання води при змішуванні.

Ця схема не знайшла поширення у промисловості через низьку гнучкість при скороченні виробництва і швидку забрудненість сторонньою мікрофлорою у зв'язку з труднощами санітарної обробки ємкостей.

Краснодарська схема.

За цією схемою на солоних рідких дріжджах (12–15 % до маси борошна в тісті) готують малу опару (дріжджову закваску) з 3–4 % всього борошна, передбаченого на замішування тіста, води і розчину солі. Мала опара бродить 4 год. На цій опарі готують велику рідку опару. Для цього в малу опару вносять воду, борошно (22 % загальної кількості), сіль і перемішують. Вологість опари 71–74 %, термін бродіння 4–4,5 год. На вибродженій опарі в установці ХТУД замішують тісто без заливання води. До складу цієї установки входить тістомісильна машина Х-12 і шнек додаткової обробки тіста. Характерною особливістю цієї схеми є додавання частини солі у всі напівфабрикати, починаючи із зарарки для приготування рідких дріжджів, пропорційно вмісту в них борошна, окрім тіста. З опарою в тісто вноситься 25 % борошна. Ця схема, зважаючи на її багатозначність, не знайшла широкого впровадження у виробництво.

Застосування опар зниженої вологості. ВНДІХП розроблена технологія

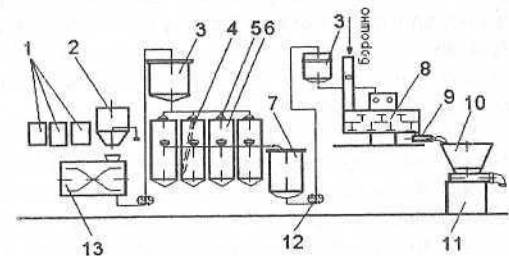


Рис. 6.9. Апаратурна схема безперервного приготування пшеничного тіста на опарі, що готується безперервно:

1 — дозатори рідких компонентів, 2 — автоборошномір, 3 — напірна ємкість, 4 — патрубок, 5 — копіршайба, 6 — ємкість для бродіння опари, 7 — збірна ємкість, 8 — тістомісильна машина, 9 — шнековий насос, 10 — ємкість для бродіння тіста, 11 — тістоподільник, 12 — шестеренчастий насос, 13 — змішувач для рідкої опари

приготування тіста на рідкій опарі, що має вологість 58–62 %. Її готують із 40–50 % всього борошна в машинах типу ХЗ-2М-300. Така опара виброджує 3–4 год при температурі 30 ± 2 °С в окремих ємкостях з мішалками. Для зниження в'язкості опари після виброджування до неї додають 25–30 % всієї солі, передбаченої рецептурою.

Для транспортування опари зі зниженою вологістю використовують насоси ротаційного типу або гвинтові. Діаметр трубопроводів збільшують до 100 мм. Тісто, приготовлене на такій рідкій опарі, дозріває 40–60 хв.

6.1.6. Приготування тіста на диспергованій фазі

Технологія приготування тіста на диспергованій фазі вперше була розроблена і впроваджена в 70-х роках минулого сторіччя на Валгаському хлібозаводі Естонії. Ця схема рекомендується для виробництва булочних і здобних виробів, до рецептури яких входять цукор, жир, молочні продукти.

Спосіб приготування тіста на диспергованій фазі базується на підвищенні газоутворювальної здатності тіста під дією цукру, що входить до рецептури, та збільшенні дозування дріжджів. Вміст жиру сприяє підвищенню газоутворювальної здатності тіста. Тісто готується із застосуванням інтенсивної механічної обробки.

Молочні продукти в сукупності з цукром і жиром забезпечують приємний смак і аромат виробів.

Дисперговану фазу готують вологістю 60–65 % із 30 % всього борошна, цукру, жиру, 3–5 % дріжджів, молочних продуктів у емульсаторі з частотою обертання робочого органу 1500–2000 хв⁻¹ протягом 3–5 хв або в установці з пропелерною мішалкою ($n = 1450$ хв⁻¹) і насосом, що перекачує масу «на себе» протягом 5–8 хв. Сіль добавляють при замішуванні тіста, але частково вона може бути внесена і при виготовленні диспергованої фази. Отриману масу перекачують насосом у збірну ємкість, де вона бродить 30–40 хв.

Посилена механічна обробка інгредієнтів в емульсаторі або мішалці забезпечує підвищену дезагрегацію білкових молекул, покращання їх гідратації, обумовлює активізацію ферментативного гідролізу крохмалю. Поряд з цим відбу-

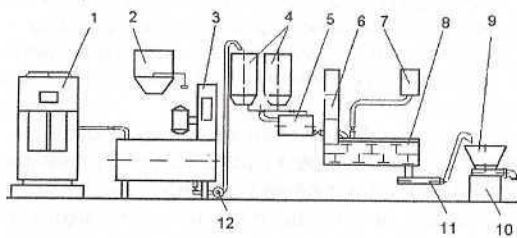


Рис. 6.10. Апаратурна схема приготування тіста на рідкій диспергованій фазі (РДФ): 1 – дозувальна станція, 2 – автоборошномір, 3 – диспергатор, 4 – ємкості для РДФ, 5 – дозатор РДФ, 6 – дозатор борошна, 7 – дозатор розчину солі, 8 – тістомісильна машина, 9 – бункер для тіста, 10 – тістоподільник, 11 – шнек, 12 – насос

вається подрібнення конгломератів дріжджових клітин, що активізує їх життєдіяльність, утворення жирової емульсії. Тобто у диспергованій фазі створюються умови, які сприяють інтенсифікації визрівання тіста.

Апаратурна схема приготування тіста на рідкій диспергованій фазі наведена на рис. 6.10.

Тісто замішують у швидкісній тістомісильній машині періодичної дії або в

машині безперервної дії з шнеком для інтенсивної обробки, в яку дозують решту борошна, розчин солі, рідку дисперговану фазу. Виброджує воно в діжах або ємкостях над тістоподільником протягом 40–60 хв.

Якщо тісто замішують у тістомісильній машині періодичної дії, період замісу складає 15–20 хв, бродіння — 50–60 хв. Весь процес приготування тіста на булочні вироби за цим способом триває 100–130 хв.

6.1.7. Приготування тіста однофазними способом

До однофазних способів приготування відносять традиційний безопарний і прискорені способи приготування тіста. При прискорених способах внаслідок застосування різних технологічних заходів і добавок термін дозрівання тіста скорочується до 30–60 хв.

Безопарний спосіб. При безопарному способі тісто готують із всієї сировини, що передбачена рецептурою, в одну стадію. За цим способом витрати пресованих дріжджів на розпушення тіста становлять 2,0–3,0, а рідких 35–40 % від маси борошна в тісті залежно від сорту борошна, рецептури виробів. Тривалість бродіння тіста становить 2,5–3 год при температурі 28–32 °С. Такі великі витрати дріжджів пов'язані з неоптимальними умовами тісті для їх життєдіяльності: густе середовище, у якому міститься сіль, а при виробництві цим способом булочних і здобних виробів присутні також значна кількість цукру і жиру.

У процесі бродіння тіста передбачається два послідовних обминання (перемішування) — через 60 і 120 хв після замішування. Вологість тіста має бути на 0,5–1,0 % (залежно від сорту борошна) більша вологості хліба, передбаченої стандартом. Кінцева кислотність — не більша кислотності готових виробів за стандартом + 0,5 град.

Безопарне тісто можна готувати порційно або безперервним способом. Порційний спосіб рекомендується для виробництва булочних і здобних виробів, безперервний — для виробництва булочних виробів.

При порційному способі тісто готують у тістомісильних машинах з підкатними діжами типу А2-ХТБ, або зі стаціонарними діжами — РЗ-ХТИ-3 з інтенсивною механічною обробкою тіста протягом 2–3 хв і в машинах інших марок. Якщо тісто замішують у підкатній діжі, то в ній воно і виброджує. У випадку, коли тісто замішують у машині зі стаціонарною діжею, для дозрівання його перевантажують у підкатну діжу або на транспортер, під час перебування на якому тісто виброджує.

При порційному безопарному способі приготування тіста у діжу дозують необхідну за розрахунком кількість води, дріжджі, попередньо розведені у 3–4-кратній кількості води з температурою 32–35 °С, або рідкі дріжджі, розчин солі, додаткову сировину і після цього вносять борошно. Внесену в діжу сировину змішують до утворення тіста, однорідного по всій масі. Початкова температура тіста — 30 ± 2 °С. Схема приготування тіста безопарним способом наведена на рис. 6.11.

Замішене тісто дозріває 2,5–3 год. Якщо у процесі його бродіння передбачене обминання, тоді останнє роблять за 25–30 хв до кінця бродіння. При переробленні слабкого борошна тісто не обминають або обминають один раз. Для цього діжу з тістом подають до тістомісильної машини, де його перемішують 1–2 хв.

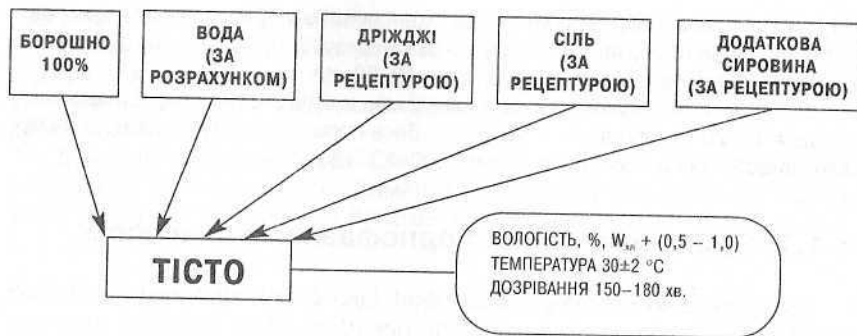


Рис. 6.11. Схема приготування тіста з пшеничного борошна безопарним способом

При обминанні тіста з нього частково видаляється диоксид вуглецю, інші продукти бродіння, покращуються умови життєдіяльності дріжджів внаслідок того, що дріжджова клітина переміщується у масі тіста із зони з продуктами власної життєдіяльності в інші ділянки тіста. У нових умовах підвищується бродильна активність дріжджів. Обминання покращує клейковинний каркас тіста, його пружність і еластичність, що сприяє рівномірному розподілу пор по всій масі тіста. Обминання конче необхідне при переробці сильного борошна, а також борошна з короткорваною клейковиною.

Якщо за рецептурою у виробі міститься велика кількість цукру, жиру, то вносити їх повністю при замішуванні тіста недоцільно. Великий вміст цукру і жиру в тісті пригнічує життєдіяльність його мікрофлори. Тому їх додають частково або повністю у вигляді виздобу при першому обминанні тіста. Під виздобою розуміють внесення в тісто цукру і жиру під час операції обминання.

У разі приготування тіста в машинах зі стаціонарними діжами операції обминання і виздобу стають проблематичними.

Готовність тіста визначають за об'ємом, який має збільшитись у 1,5 рази, за кислотністю, що має бути на 0,5 град вищою за передбачену стандартом для хліба.

При безперервному способі приготування тісто замішують у машині безперервної дії А2-ХТТ, Х-26, І8-ХТА-12/1 або інших марок. Всі види сировини на замішування подаються одночасно.

Для дозрівання тіста застосовують бункери для бродіння тіста різних систем, корита тістомісильного агрегату ХТР або нестандартні ємкості.

Для поглиблення механічної обробки тіста після тістомісильної машини на деяких підприємствах встановлюють шнеки інтенсивної обробки.

У разі застосування бункерів для бродіння замішане тісто із тістомісильної машини нагнітачем тіста по тістопроводу подається в одну із секцій бункера для бродіння. Завантаження секцій бункера здійснюється послідовно. На момент готовності тіста у першій секції остання вивантажується і надходить під завантаження нової порції тіста. Виброджене тісто нагнітачем подається у лійку тістоподільної машини.

У разі використання для бродіння тіста коритоподібних ємкостей замішане тісто надходить у ємкість, встановлену під кутом 2-3 (до горизонту). Завдяки цьому тісто, що в ній міститься, вільно тече до вихідного отвору в кориті, розташованому над лійкою тістоподільника. Тісто дозріває 3,0-3,5 год при температурі 27-29 °С.

Кінцева кислотність тіста регулюється терміном бродіння, температурою тіста і дозою дріжджів.

При використанні для бродіння коритоподібного агрегату виникають труднощі при переході з одного виду виробів на інший. Перехід можна здійснити лише після повного вивантаження і зачищення апарату. Ці обставини затримують широке впровадження таких апаратів для бродіння на підприємствах.

На деяких підприємствах вдало експлуатуються ланцюгові конвеєри з ємкостями для бродіння тіста. Конвеєр виконаний по типу шафи для остаточного вистоювання тіста. На ланцюгу конвеєра шарнірно підвішені ємкості для бродіння тіста. Це виготовлені з нержавіючої сталі горизонтально розташовані циліндри, зрізані у верхній частині, рис. 6.12.

Тісто з машини РЗ-ХТИ через лоток вивантажується в ємкість для бродіння. Конвеєр в цей час зупинений. Ємкість з вибродженим тістом з допомогою спеціального пристрою перевертається над лійкою тістоподільника.

Застосування конвеєра для бродіння тіста дозволяє механізувати процес його приготування, вилучити з обладнання підкатні діжі, звільнити виробничі площі, полегшити перехід на випуск виробів іншого сорту.

За іншою апаратурною схемою машина РЗ-ХТИ скомпонована з кільцевим конвеєром і діжами (рис. 6.13). Конвеєр — це жорстке кільце, на якому розташовані діжі ємкості 330 л. Він приводиться в рух електроприводами. Замішане тісто вивантажується в порожню діжу конвеєра. Він повертається на певний кут, і під завантаженням надходить звільнена від тіста діжа. Тісто виброджує в процесі обертання кільцевого конвеєра.

Практично безопарне тісто при бродінні повільно набирає кислотність. Внаслідок недостатньої інтенсивності та глибини біохімічних, мікробіологічних, колоїдних процесів у ньому накопичується мало ароматичних і смакових речовин. Тому вироби мають прісний смак і слабо виражений аромат.

Для інтенсифікації процесів бродіння дріжджі іноді попередньо активують за скороченим способом активзації. Для цього готують борошняну суспензію із 10 % борошна і води, що передбачені на замішування тіста, у співвідношенні 1:1,5, при наявності у рецептурі цукру 0,5 % його додають у суспензію, вносять дріжджі. Термін активації — 40-50 хв при 32-34 °С.

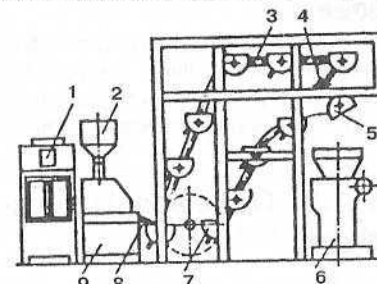


Рис. 6.12. Схема агрегату з машиною РЗ-ХТИ і ланцюговим конвеєром для бродіння:

1, 2 — дозатори відповідно рідких компонентів і борошна, 3 — ланцюговий конвеєр для бродіння, 4 — пристрій для перекидання ємкості, 5, 7 — ємкості для бродіння тіста, 6, 9 — відповідно тістоподільник і тістомісильна машина, 8 — лоток

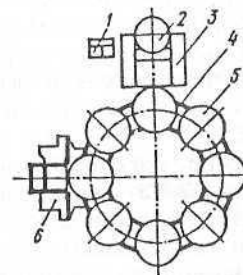


Рис. 6.13. Схема агрегату з машиною РЗ-ХТИ і кільцевим діжевим конвеєром:

1, 2 — дозатори відповідно рідких компонентів і борошна, 3 — тістомісильна машина, 4 — кільцевий конвеєр, 5 — діжа, 6 — діжеперекидач

З метою інтенсифікації процесів дозрівання тіста, що готується безопарним способом, доцільно застосовувати такі технологічні заходи: збільшувати кількість дріжджів на заміс тіста; проводити активацію дріжджів; використовувати пресовані дріжджі разом з рідкими дріжджами (1,5–2 пресованих і 10–20 % рідких); додавати при замішуванні мезофільні пшеничні закваски (8–10 % до маси борошна), вносити органічні кислоти, додавати частину тіста попереднього приготування, застосовувати молочну сироватку; застосовувати інтенсивний або подовжений заміс тіста; підвищувати початкову температуру бродіння тіста на 2–3 °С.

При застосуванні цих заходів тривалість дозрівання тіста скорочується на 30 хв.

Безопарний спосіб приготування тіста рекомендується застосовувати при виробництві булочних і здобних виробів із пшеничного борошна вищого та першого сорту, які мають порівняно з хлібом нижчу кислотність, а запах і смакові якості цих виробів забезпечуються наявністю в них цукру і жиру.

6.1.8. Однофазні прискорені способи приготування тіста

В основі прискорених способів приготування тіста лежать заходи, спрямовані на інтенсифікацію біохімічних, мікробіологічних і колоїдних процесів, які обумовлюють дозрівання тіста. З цією метою використовують різні добавки, що обумовлюють форсування мікробіологічних, колоїдних і біохімічних процесів у тісті, передбачають збільшення дозування пресованих дріжджів, застосування активних пресованих або сушених дріжджів, інтенсивне замішування, підвищення температури бродіння до 33–35 °С.

Як добавки, що інтенсифікують процеси дозрівання тіста, використовують ферментні препарати, аскорбінову кислоту, органічні кислоти, молочну сироватку або комплексні поліпшувачі. Для підкислення тіста в нього додають мезофільні пшеничні закваски. З метою забезпечення інтенсивної обробки тіста використовують тістомісильні машини РЗ-ХТИ або іноземних марок з інтенсивним замішуванням. На машинах типу А2-ХТБ процес замішування подовжують до 20–25 хв.

Прискорений спосіб з використанням концентрованої молочнокислої закваски (КМКЗ) передбачає збільшення витрат пресованих дріжджів на 0,5–1,0 % у порівнянні з рецептурою, внесення при замішуванні тіста 3–5 % КМКЗ до маси борошна. Тісто замішують у тістомісильній машині РЗ-ХТИ в інтенсивному режимі протягом 3–4 хв. Температура бродіння тіста 32–35 °С.

При переробленні борошна зі слабкою клейковиною, а також при наявності в тісті цукру і жиру, інтенсивність обробки знижують і на 0,5–1,0 хв скорочують термін замішування. Тісто дозріває 60–90 хв.

На деяких підприємствах замість КМКЗ додають молочну сироватку з кислотністю 130–150 °Т у кількості 10–20 % до маси борошна.

Замішане в машині тісто вивантажують для бродіння в діжі. Виброджене тісто подають у тістоподільник з допомогою джеперекідача. Застосовується також варіант, коли бродіння тіста відбувається на конвеєрі, який подає його від місильної машини до тістоподільника.

Прискорений спосіб, розроблений ВНДІП, передбачає інтенсивний заміс тіста в машині типу РЗ-ХТИ або подовжений до 25–30 хв — у машині типу А2-ХТБ, внесення при замішуванні 3 % дріжджів, 0,001–0,004 % цистеїну і 0,01–0,006 % аскорбінової кислоти до маси борошна. Початкова температура тіста підвищується до 33–35 °С. Цистеїн сприяє активізації протеолітичних процесів, аскорбінова кислота — інтенсифікації процесу бродіння. У комплексі з підвищеним вмістом пресованих дріжджів і високою температурою бродіння забезпечується дозрівання тіста за 30–40 хв.

Приготування тіста з доданням органічних кислот рекомендується застосовувати у виробництві булочних виробів. У тісто додають кислоти: аскорбінову — 0,005, лимонну — 0,09, оцтову — 0,005 кг на 100 кг пшеничного борошна вищого сорту. Тісто замішують протягом 25 хв. Температура тіста — 33–35 °С. За цією технологією булочні вироби готують за 2,5 год. Органічні кислоти доцільно замінювати молочною сироваткою.

Прискорений спосіб із застосуванням сироватки такий: при замішуванні тіста додають молочну сироватку в кількості 15 % до маси борошна, 0,3 % модифікованого крохмалю і 0,002 % ферментного препарату амилоризин П10Х. Кількість дріжджів за рецептурою збільшують на 1 %. Тісто замішують у місильній машині типу А2-ХТБ протягом 30 хв. Температура тіста 34 °С, тривалість дозрівання — 60 хв.

Прискорений спосіб з активацією дріжджів передбачає приготування тіста на попередньо активованій фазі, у склад якої входять 10 % борошна, 4 % дріжджів і вода. Вологість її 70–75 %. Вона дозріває протягом 1 год при 32 °С. При замішуванні тіста додають решту борошна і сировину за рецептурою, проводять інтенсивну обробку тіста. Тривалість бродіння тіста 30 хв.

За іншим прискореним способом сировину за рецептурою замішують протягом 20 хв у місильній машині типу А2-ХТБ або машині інтенсивної дії типу РЗ-ХТИ — 3–4 хв.

Для прискорення дозрівання тіста дріжджі попередньо активують 15 хв у розчині незначної кількості цукру, передбаченого рецептурою. Воду частково замінюють молочною сироваткою або вносять органічні кислоти. Тривалість бродіння тіста 90 хв.

Холодна (або інтенсивна) технологія приготування тіста передбачає оптимальну механічну обробку тіста, підвищення дози дріжджів до 4–5 %, використання сушених інстантних або активних дріжджів. Також застосовують поліпшувачі в дозах згідно рекомендацій фірм-виробників.

Тісто замішують з температурою 24–25 °С, при замішуванні додають 0,006–0,01 % аскорбінової кислоти. Замішане тісто після 20–25 хв бродіння ділять на шматки, проводять попереднє вистоювання протягом 10–15 хв, потім — формування тістових заготовок, остаточне вистоювання протягом 90–120 хв при 38–40 °С. Тривалість вистоювання при цьому способі порівняно з іншими збільшується на 30–50 %. Розпушення і формування структури тістових заготовок відбувається під час вистоювання і в перші хвилини випікання. При застосуванні цього способу затрати на бродіння знижуються на 0,7 %.

Лінія по виготовленню виробів за інтенсивною технологією включає тістомісильну машину за інтенсивною технологією, емкість для короткочасного бродіння тіста, джеперекідач, тістоподільник з приймальним бункером, округлювальну машину, шафу попереднього вистоювання, формувальну машину, конвеєрну шафу для остаточного вистоювання, хлібопекарську піч.

Прискорений спосіб приготування тіста з використанням сушених дріжджів і поліпшувачів. Цей спосіб застосовують на багатьох пекарнях України. Тісто замішують на активних або інстантних сушених дріжджах. Інстантні дріжджі вносять у кількості 2 % до маси борошна в сухому стані, активні сушені дріжджі розводять водою у співвідношенні 1:4–5. Дозують у кількості 3 % до маси борошна. Іноді проводять короткочасну активацію цих дріжджів у борошняній підсолодженій суспензії.

При замішуванні тіста додають поліпшувачі у дозах згідно рекомендацій по їх використанню. До складу поліпшувачів здебільшого входять: амілолітичні ферментні препарати, аскорбінова кислота, поверхнево-активні речовини, іноді солод, соєве борошно, цукор, модифікований крохмаль тощо.

Тісто після замішування дозріває 20–25 хв і подається на поділ, подальше оброблення, вистоювання і випікання. Вистоювання у цьому випадку триває біля 90 хв.

Прискорений спосіб приготування тіста для хлібних виробів з добавкою соєвого борошна передбачає, окрім внесення 5 % соєвого борошна, збільшене до 2,0 % дозування активних хлібопекарських дріжджів, а також 0,5 % жиру до маси борошна. За цим способом всі компоненти рецептури замішують протягом 10 хв. Виготовлене тісто витримують 30 хв при температурі 37 °С, ділять на порційні шматки, з яких формують тістові заготовки. Тривалість вистоювання тістових заготовок — 30 хв при температурі 37 °С.

Прискорений спосіб приготування тіста із застосуванням поліпшувача Ново-екстра. Поліпшувач вносять при замішуванні тіста в діжу разом з борошном у кількості 0,2–0,3 % до маси борошна. Тісто замішують на тихохідних машинах 15–18 хв, при інтенсивному замісі 5–7 хв, при двоступеневому замішуванні — 3–4 хв на першій швидкості і 4–5 хв на другій. Температура тіста має бути 27–29 °С.

Треба брати до уваги, що при замішуванні тіста у тихохідних машинах температура його підвищується на 2–3, у швидкісних машинах — на 4–6, у двошвидкісних — на 3–5 °С. Тому температура води, використовуваної на швидкісних замішування, має бути 24–28 °С, залежно від пори року.

Однофазні способи заслуговують на увагу, зважаючи на короткий технологічний цикл приготування тіста, порівняно низькі затрати сухих речовин на бродіння. Але вони не гнучкі, не піддаються коректуванню вмісту складових тіста, його вологості, температури. Недоліком є також великі витрати дріжджів, недостатньо виражений смак та аромат хлібних і булочних виробів, виготовлених цим способом, швидке їх черствіння, поява майже одразу після охолодження крихкості м'якушки виробів.

При застосуванні прискорених технологій дефекти хлібних виробів, що трапляються найчастіше, обумовлені такими причинами:

недостатні тривалість бродіння тіста або термін вистоювання тістових заготовок, понижені температура і відносна вологість у камері остаточного вистоювання викликають бокові підриви біля основи і на поверхні скоринки виробів;

підвищена температура води для замішування тіста, зменшене дозування солі, підвищена вологість тіста, недостатнє фізичне оброблення його при формуванні, підвищена температура в камері остаточного вистоювання, надмірна тривалість вистоювання тістових заготовок можуть бути причиною увігнутої або плоскої скоринки формового хліба, розпливчатої форми подових виробів;

понижена вологість тіста дає хліб малого об'єму, стиснутий, з крихкуватою сухою м'якушкою;

порушення режиму замішування тіста викликає нерівномірне забарвлення скоринки і неоднорідну м'якушку з наявністю слідів негпромісу;

недостатня інтенсивність замішування або тривалість бродіння тіста є причиною малого об'єму виробів, червонуватого відтінку скоринки, липкуватої м'якушки, нерівномірної, щільної пористості, підривів верхньої скоринки;

надмірна інтенсивність замішування або тривалість бродіння тіста дають хліб розпливчатої форми, бліду, з сивим відтінком скоринку, кислий різкий запах готового хліба, тріщини на поверхні скоринки виробів.

6.1.9. Нетрадиційні способи приготування тіста

Останнім часом з метою збагачення хлібних виробів біологічно активними складовими зернових продуктів розроблені технології виготовлення хлібних виробів з полікомпонентних борошняних сумішей, екструдованих зернових продуктів або з цілого зерна.

Приготування тіста на сухих сумішах. Сухі суміші — це композиційні борошняні суміші, до складу яких входить у різних комбінаціях і різних співвідношеннях борошно пшеничне, житнє, круп'яне борошно з гречки, ячменю, вівса чи інших культур. Здебільшого це екструдоване борошно. Прикладом такої сухої суміші може бути суміш «Совітал мікс», яку поставляє фірма IREKS AROMA. До її складу входить кілька видів борошна, зерно різних хлібних культур, сіль, поліпшувач.

Повнорецептурні суміші можуть містити, окрім борошна, сіль, цукор, сухе молоко, яечний порошок. В якості розпушувачів до складу сухих сумішей іноді включають сушені активні дріжджі, часом разом з хімічними розпушувачами. Такі суміші зручно використовувати для виготовлення різних видів хлібних виробів в умовах підприємств малої потужності.

Тісто на сухих сумішах готують безопарним способом. Якщо суха суміш не містить дріжджів і солі, тоді їх додають при замішуванні тіста. Замішене тісто дозріває деякий час і подається на розробку.

Приготування тіста із диспергованого цілого зерна. Ця технологія включає переробку зерна на борошно. Для приготування хліба застосовується зерновий напівфабрикат, виготовлений за спеціальною технологією, що дозволяє зберегти у хлібі майже всі біологічно активні компоненти зерна.

За цією технологією в умовах хлібопекарського підприємства очищене зерно змочується водою протягом 15 хв і подається на лущильну машину для очищення його поверхні від плодкових оболонок. Після цього в діжах зерно замочують чистою водою з температурою 15–20 °С протягом 14–20 год для набухання. Набухле зерно подають у спеціальний диспергатор для подрібнення набухлих зерен. Подрібнена у диспергаторі зернова маса має вологість 52 %. За необхідності вона може зберігатись у прохолодному місці 12–16 год. Диспергована маса використовується для приготування хлібних виробів. Хліб можна готувати лише на цій масі з доданням до неї дріжджів, солі та іншої сировини або використовувати її в різній кількості як добавку до борошна.

Тісто із диспергової зернової маси готують безопарним способом у діжах. Зернову дисперговану масу завантажують у діжу, додають 3–4 % дріжджів до маси зерна, розчин солі, воду (за розрахунком). Тісто замішують протягом 15 хв до утворення однорідної маси. Тривалість дозрівання тіста 1–2 год при 28–30 °С.

Спеціалістами ДержНДІХП Росії розроблено хліб соколовський, який готу-

6.1.11. Порівняльна оцінка способів приготування тіста, що застосовуються на виробництві

Спосіб приготування тіста на **густій опарі** універсальний. Цим способом можна готувати всі види хлібних виробів: хліб, булочки, здобні, бубличні вироби, сухарі. Він забезпечує хорошу якість продукції, високий об'єм, формостійкість, еластичність м'якушки, виражений смак і аромат. Порівняно з безопарним і прискореним способами передбачає менші витрати дріжджів на приготування тіста (0,7–1,5 проти 3–5 %) при однофазних способах.

При опарному способі дріжджі вносяться у першу фазу, тому в тісті вони активніші. Цей спосіб більш гнучкий, ніж безопарний, дозволяє легше регулювати параметри технологічного процесу приготування напівфабрикатів: вологість, тривалість бродіння, кислотність тощо. Але опарний спосіб триваліший, внаслідок цього для нього характерні більші затрати сухих речовин на бродіння. Оскільки цей спосіб двофазний, вимагається більша кількість обладнання і значно більша площа для його розміщення.

Спосіб приготування тіста на великих густих опарах з інтенсивною обробкою тіста порівняно з традиційним передбачає збродження в опарі більшої частини борошна (60–70 проти 45–50 %), що обумовлює накопичення в опарі та тісті більшої кількості продуктів бродіння, підвищення її кислотності, покращуються смак і аромат виробів, подовжується термін зберігання свіжості.

Збільшення кількості зброженого борошна в опарі, інтенсивне оброблення тіста при замішуванні обумовлюють скорочення тривалості його дозрівання, знижується загальна тривалість технологічного процесу. Цей спосіб не потребує громіздкого обладнання для бродіння тіста при його безперервному приготуванні, дозволяє скоротити кількість діж при порційному приготуванні.

Рідкі опари порівняно з густими містять удвічі менше борошна, але завдяки високій вологості в них інтенсивно відбуваються гідролітичні процеси, глибше дезагрегуються біополімери тіста, що обумовлює накопичення достатньої кількості продуктів їх розкладу, необхідних для живлення дріжджів і реакції меланоїдиноутворення. В цих умовах дріжджові клітини більш активні, краще накопичується їх біомаса, скорочуються затрати на бродіння.

При роботі на рідких опарах легко регулювати технологічний процес, вони мають меншу здатність до переокисання при непередбачених перервах у роботі.

Рідкі опари зручно транспортувати по трубопроводах, легко дозувати, внаслідок цього забезпечуються умови для створення комплексно-механізованих ліній по їх приготуванню.

Проте внаслідок зброджування порівняно незначної кількості борошна і високої вологості вони не можуть забезпечити необхідної якості булочних і здобних виробів. Продукція, виготовлена на рідких опарах, має дещо гірше виражений смак і аромат, швидше черствіє.

Внесення в опару мезофільних молочнокислих заквасок сприяє підвищенню їх кислотності, прискоренню дозрівання опар і тіста.

Спосіб приготування тіста на **диспергованій фазі** значно коротший, ніж опарний, потребує меншої кількості технологічного обладнання і виробничих площ.

На одній диспергованій фазі можна готувати тісто для виробів, що мають різну рецептуру. Проте цей спосіб потребує підвищеного дозування дріжджів

(до 3–5 % до маси борошна), не забезпечує перебіг глибоких колоїдних і біохімічних процесів, що формують дозрівання тіста, тому м'якушка виробів може бути недостатньо еластичною. Смак і аромат виробів формуються в основному цукром, жиром, молочними продуктами, що входять до складу рецептури здобних булочних виробів. Хліб високої якості цим способом виробити не вдається.

Однофазні способи приготування тіста — безопарний і прискорені — мають короткий технологічний цикл. Порівняно з опарним способом тривалість приготування тіста скорочується більше, ніж удвічі при безопарному і в 2,5–3 рази при прискорених способах, затрати сухих речовин на бродіння знижуються на 1,2–1,5 %. Приготування тіста в одну стадію потребує значно менше обладнання, емкостей для бродіння, виробничих площ.

В разі **прискорених способів** необхідно вживати заходи, що забезпечують інтенсифікацію мікробіологічних, колоїдних, фізико-хімічних процесів, які забезпечують швидке дозрівання тіста. Для цього треба встановлювати тістомісильні машини інтенсивної дії, окрім підвищеного дозування дріжджів необхідно застосовувати добавки: підкислювачі, ферментні препарати або комплексні поліпшувачі.

Безопарний і прискорені способи приготування тіста технологічно негнучкі, тобто при цих способах неможливо при необхідності коректувати вологість і температуру уже замішеного тіста. Досить короткий період технологічного циклу приготування тіста не завжди забезпечує необхідну якість виробів.

При виробництві масових видів хліба прискорені способи не застосовуються.

Для малих підприємств, що працюють в одно- чи двозмінному режимі з

вихідним днем або без нього, важко вибрати таку технологію, яка б дозволила оперативно припиняти і поновлювати роботу. В цих умовах доцільно застосовувати однофазні технології або технології з консервуванням шляхом охолодження чи дискретним використанням першої фази.

В разі застосування охолодженої опари традиційно приготовлену дозрілу опару щільно закривають у діжах плівкою, щоб не підсихала і ставлять у холодне приміщення з температурою 6–8 °С. При потребі охолоджену опару повертають у цех. Температура її підвищується до 24–25 °С, після чого вона використовується для приготування тіста.

В разі дискретного використання опари, її з температурою 22–24 °С замішують на ніч. Опара дозріває 8–16 год, а потім порціями її використовують для приготування тіста. Це дозволяє знизити дозування дріжджів, підвищити кислотність тіста.

Порівняльна оцінка тривалості приготування тіста різними способами і затрати сухих речовин на бродіння при цих способах приведені на *рис. 6.15*.

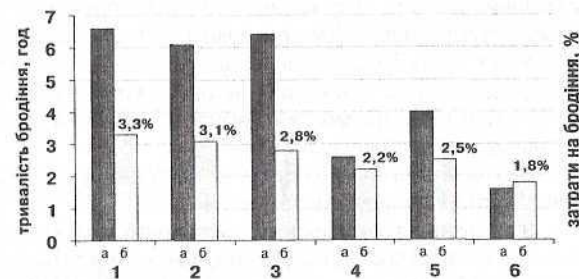


Рис. 6.15. Середня тривалість приготування тіста, враховуючи вистоювання тістових заготовок (а) і витрати на бродіння при різних способах його приготування (б):
1 — на густій опарі; 2 — на великій густій опарі;
3 — на рідкій опарі; 4 — на диспергованій фазі;
5 — безопарним способом; 6 — за прискореною технологією

6.2. Приготування тіста з житнього і житньо-пшеничного борошна

Порівняно з пшеничним хліб із житнього борошна має менший об'єм, темніше забарвлення, менше розпушену, трохи липку м'якушку, явно виражений кислуватий смак і специфічний аромат. Це пов'язано з особливостями хлібопекарських властивостей борошна, що обумовлюють технологію його приготування.

Технологія приготування тіста з житнього і житньо-пшеничного борошна базується на створенні високої кислотності тіста з метою зниження активності ферментів, поглиблення набухання білків, пентозанів, оболонкових частинок борошна. Вивченню технології житніх сортів хліба багато уваги приділяли такі вчені, як Н.П.Козьміна, М.І.Княгінчев, Л.М. Казанська, українські вчені — Л.І. Ведернікова, І.М. Ройтер, А.Я. Коваленко, Л.М.Маркіанова та інші.

У житньому борошні, на відміну від пшеничного, окрім β -амілази, присутня активна α -амілаза. Крохмаль житнього борошна легше піддається атакуємості ферментами і має приблизно на 10 °С нижчу, ніж пшеничний, температуру клейстеризації. Це сприяє глибокому гідролітичному розкладу крохмалю з утворенням низькомолекулярних декстринів, які погіршують стан м'якушки, надають їй липкості.

Білки житнього борошна у тісті не утворюють клейковинного каркасу. Вони легко набухають, частина їх набухає необмежено, пептизується і переходить у колоїдний розчин. Тому житнє тісто не має пружності та еластичності, для нього не характерні висока газотримувальна здатність і формостійкість.

У житньому борошні міститься 4,5–7 % на СР цукрів. Це в основному сахароза, що створює умови для активної життєдіяльності мікрофлори у процесі дозрівання тіста, обумовлює темне забарвлення скоринки в результаті реакції меланоїдиноутворення.

Пентозани житнього борошна, а їх у ньому міститься 4,2–8,6 % на СР, набухають і утворюють дуже в'язкі розчини.

Зважаючи на особливості білків і пентозанів житнього борошна, тісто із нього — це в'язкий колоїдний розчин, у якому містяться зерна крохмалю, обмежено набухлі білки і набухлі оболонкові частини. Тому фізичні властивості житнього тіста визначаються структурно-механічними властивостями його в'язкої фази. Для нього характерні в'язкість і пластичність.

Формоутворювальна здатність житнього тіста обумовлюється його в'язкістю, а газотримувальна — величиною поверхневого натягу.

Виходячи з особливостей вуглеводно-амілазного і білково-протеїназного комплексів житнього борошна, особливостей фізикоїдної характеристики тіста з нього, для забезпечення якості хліба необхідно створювати умови в тісті для зниження активності α -амілази, для достатньо глибокого набухання і пептизації білків, набухання пентозанів і оболонкових частинок. Це забезпечується при високій кислотності тіста. Кислотність житнього тіста і хліба на 3–5 град вища, ніж пшеничного із борошна того ж виходу. Так, житнє збродржене тісто має кислотність: із сіяного борошна 6,5–7, з обдирного 8–10, з обойного 11–12, житньо-пшеничного — 7,5–10 град. рН житнього тіста — 4,3–4,6. Зона рН 4–5 є оптимальною для дії протеолітичних ферментів, що сприяє їх набухання, пептизації, створенню в'язкого колоїдного розчину. При рН 4,2–4,5 і температурі 73–85 °С

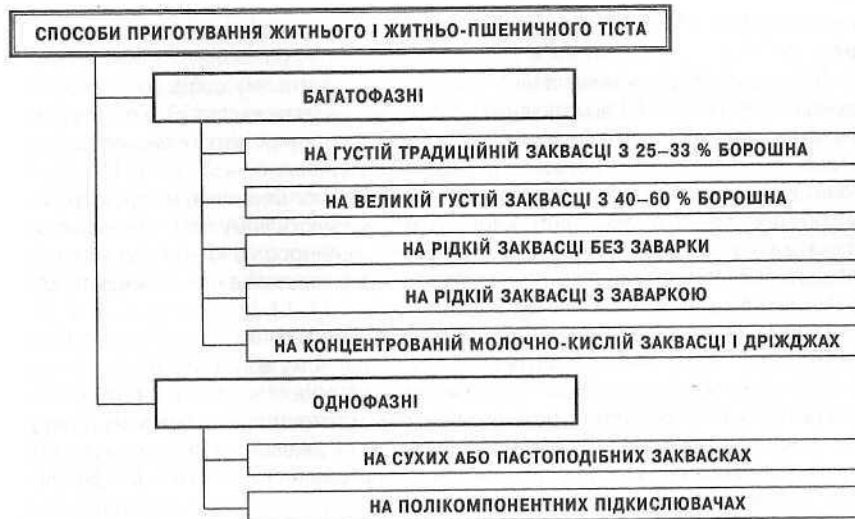


Рис. 6.16. Основні способи приготування тіста із житнього і житньо-пшеничного борошна

інактивується α -амілаза. Тому технологія житнього і житньо-пшеничного хліба передбачає приготування тіста на заквасках.

Тісто для хліба із житнього чи із суміші житнього і пшеничного борошна готують на густих або рідких заквасках, виготовлених за різними технологічними схемами, а також прискореними способами (рис. 6.16).

Закваски на виробництві готують із житнього борошна за циклом розведення і виробничим циклом.

Житні закваски відрізняються за консистенцією та складом мікрофлори. Густі житні закваски готують вологістю 45–50, іноді 55, рідкі — 68–82 %.

6.2.1. Мікрофлора житніх заквасок

Мікрофлора житніх заквасок представлена мезофільними гомо- і гетероферментативними молочнокислими бактеріями і кислотостійкими дріжджами. Молочнокислі бактерії збродржують гексози і дисахари, деякі з них збродржують також пентози. У результаті життєдіяльності гомоферментативних молочнокислих бактерій у заквасках накопичується молочна кислота (85–90 %) і невелика кількість (5–15 %) летких кислот, а також ди- і трикарбонової кислоти (4–5 %). Оптимальною для розвитку цих бактерій є температура 30–32 °С.

Гетероферментативні молочнокислі бактерії утворюють, окрім молочної, леткі кислоти, етанол, диоксид вуглецю. Вихід молочної кислоти складає 60–80, летких кислот — 13–34, ди- і трикарбонових кислот 6–7 %. Оптимальна температура їх життєдіяльності — 28–35 °С. Гомоферментативні молочнокислі бактерії добре розвиваються як у густих, так і в рідких заквасках з вологістю 68–80 %, гетероферментативні краще розвиваються в густих заквасках вологістю 48–55 %. Вважається, що чим нижча вологість закваски, тим кращі в ній умови для кисло-

тонакопичення. Гомоферментативні бактерії є сильними кислотонакопичувачами.

За даними М.І.Княгіничева і П.М.Плотнікова, у житньому хлібі з обойного борошна міститься біля 60 % молочної кислоти, 32 % летких кислот і 8 % органічних (янтарної, яблучної, винної, лимонної). Із загальної суми летких кислот частка оцтової складає 38–65, пропіонової — 28–52 і мурашиної — 7–10 %. Молочна кислота сприяє набуханням і пептизації білків житнього борошна, надає житньому хлібу приємного смаку, а леткі кислоти забезпечують йому специфічний аромат. Смакові якості житнього і житньо-пшеничного хліба визначаються співвідношенням молочної та летких кислот. Це співвідношення називають коефіцієнтом бродіння.

Оскільки оцтова кислота надає хлібу більш різкого запаху і кислішого смаку, бажано, щоб її вміст не перевищував 30 % у загальному вмісті кислот.

Вважається, що найкращий смак і аромат виробів створюються при застосуванні гомо- і гетероферментативних штамів кислотоутворювальних бактерій у співвідношенні 1:2. Склад і співвідношення кислот у заквасці та тісті залежить від штамів молочнокислих бактерій, що застосовуються, вологості напівфабрикатів, їх температури і терміну бродіння.

Незважаючи на те, що молочнокислі бактерії у заквасці продукують диоксид вуглецю, вони не відіграють значної ролі у розпушенні тіста. Основними розпушувачами житнього тіста є дріжджі. Вони зброджують цукри, яких у житньому борошні міститься достатньо, і обумовлюють розпушену структуру тіста і хліба.

Дріжджі, які використовуються для приготування закваски, повинні бути кислотостійкими, мати високу підйомну силу. Симбіоз молочнокислих бактерій і дріжджів у заквасці забезпечує якість хліба із житнього і житньо-пшеничного борошна.

Дріжджі збагачують середовище вітамінами та амінокислотами, необхідними для життєдіяльності молочнокислих бактерій. Крім того, дріжджі поглинають із середовища кисень, надлишок якого несприятливий для бактерій цієї групи. Утворений дріжджами спирт, пригнічуючи різні види мікробів, слабо впливає на розвиток молочнокислих бактерій. У свою чергу, молочнокислі бактерії, продукуючи кислоту і деякі антибіотики, пригнічують розвиток гнилісних і маслянокислих бактерій, продукти життєдіяльності яких токсичні для дріжджів.

На цей час у хлібопекарській промисловості для приготування заквасок у розводочному циклі здебільшого використовують чисті культури гомоферментативних бактерій видів *L.plantarum* і *L.casei*, які накопичують в основному молочну кислоту, а також гетероферментативні *L.brevis* і *L.fermenti*, які, крім накопичення молочної кислоти, обумовлюють утворення ароматичного комплексу.

Дріжджі використовують рас *S.minor* і *S.cerevisiae* кислотостійкі.

У розводочному циклі використовують чисті культури молочнокислих бактерій на рідкому середовищі (12 %-не солодове сусло з крейдою) або у вигляді сухого препарату лактобактерину.

Лактобактерин — це суміш висушених культур молочнокислих бактерій. Для його одержання культури молочнокислих бактерій вирощують на живильному середовищі, розфасовують у флакони, заморожують і зневоджують під вакуумом. Кожен флакон містить 1 г лактобактерину, в ньому є до 10 млрд. живих клітин. Він зберігається при 4–8 °С до 1 року. Використання лактобактерину спрощує процес виведення заквасок у розводочному циклі, забезпечує чистоту і стабільність мікрофлори.

Чисті культури дріжджів зберігають на сусло-агарі.

При приготуванні закваски цикл розведення чистих культур молочнокислих бактерій і дріжджів виконують згідно спеціальних технологічних інструкцій 1–2 рази на рік за встановленим на підприємстві графіком або при погіршенні підйомної сили, уповільненні кислотонакопичення, погіршенні смаку і запаху та інших вадах заквасок.

У разі відсутності чистих культур молочнокислих бактерій закваски можна вивести спонтанним зброджуванням, при якому заквашування здійснюється мікрофлорою, внесеною з борошном. У цьому випадку готують густу закваску вологістю 48–50 % з борошна і води, залишають її закисати при температурі 30–32 °С до кислотності 13–14 град. Після цього закваску поновлюють шляхом відбору половини її маси і додання такої ж кількості свіжеприготовленого живлення із борошна і води, і знову заквашують до 13–14 град.

Для накопичення мікрофлори, оптимальної для одержання хліба високої якості, необхідне багаторазове поновлення заквасок для того, щоб у них встановилась активна мікрофлора, яка призвичаїлась до умов даного виробництва.

Після 5–7-кратного поновлення закваску накопичують до необхідної кількості шляхом додавання до вибродженої закваски рівної їй кількості живлення.

У розводочному циклі іноді закваску готують з порції старої закваски і пресованих дріжджів. Така закваска також набуває необхідної якості лише після багаторазового поновлення.

6.2.2. Приготування тіста на густих заквасках

На густих заквасках рекомендується готувати тісто із житнього обойного і обдирного борошна, а також суміші різних сортів житнього і пшеничного борошна.

У розводочному циклі приготування густих заквасок використовують суміш 3-х штамів молочнокислих бактерій: *L. brevis*-5, *L. brevis*-78, *L. plantarum*-63, а також дріжджі раси *S. minor* чорноріченський і *S. cerevisiae* Л-1. Густу закваску, приготовлену по розводочному циклу, накопичують до необхідної кількості. Вологість закваски 48–50 %. У разі відсутності чистих культур закваску можна вивести з порції старої закваски і дріжджів. Схема циклу розведення густої закваски на заквасці попереднього приготування наведена на рис. 6.17.

Завдяки низькій вологості вона швидко набирає кислотність. Кислотність закваски з борошна обойного 13–16, а обдирного 11–14 град. Підйомна сила за методом кульки до 25 хв.

У виробничому циклі частину густої закваски, що виведена за розводочним циклом і накопичена до необхідної кількості, витрачають на приготування тіста, а частину освіжають з наступним виброджуванням до накопичення необхідної кислотності залежно від сорту борошна. На цій заквасці готують тісто за традиційним способом або на великій густій заквасці.

За традиційним способом у тісто вноситься порція закваски, що містить 25–33 % маси борошна, передбаченого рецептурою. Бродіння тіста триває 1,5–2 год.

Традиційним способом закваску і тісто готують у діжах або бункерних агрегатах.

У разі приготування у діжах виброджену закваску візуально ділять на 3 або 4 частини. Кожна частина приблизно містить відповідно 33 або 25 % борошна. Од-

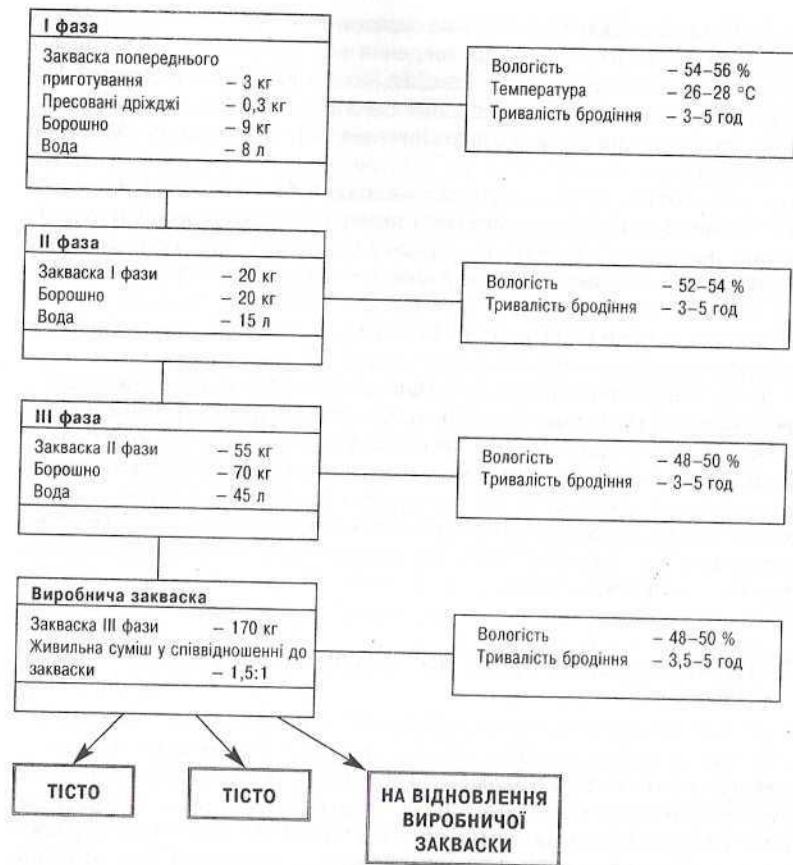


Рис. 6.17. Схема циклу розведення густої закваски з житнього обдирного борошна на заквасці попереднього приготування

ну частину вибродженої закваски залишають у діжі для відновлення закваски, а решту використовують для замішування 2-х або 3-х порцій тіста. Для цього закваску вручну перевантажують (перекидають) у дві або три вільні діжі. У діжку з порцією закваски, залишеної для поновлення, додають воду, закваску перемішують з водою, вносять борошно і замішують нову діжку виробничої закваски. Вологість закваски 48–50 %, тривалість бродіння 4–4,5 год при 26–28 °С до кислотності 13–15 град. Підйомна сила готової виробничої закваски 25–30 хв.

При порційному замішуванні тіста порцію закваски спочатку змішують з сольовим розчином і водою, потім вносять борошно і продовжують замішування 8–10 хв.

У разі приготування тіста з суміші житнього і пшеничного борошна останнє використовують при замішуванні тіста.

Якщо рецептура хліба передбачає велику кількість, наприклад 80 % пшеничного борошна, тоді із закваскою в тісто вносять лише 20 % житнього борошна. Тісто готують з вологістю на 1 % вищою, ніж вологість даного сорту хліба,

передбачена стандартом. Тісто дозріває протягом 1,5–2 год. при 30–32 °С. Готовність тіста визначають за збільшенням його об'єму в 1,5–2 рази і кислотності залежно від сорту хліба. Кислотність тіста має бути на 1–2 град вище допустимої кислотності даного сорту хліба.

При приготуванні тіста на великій густій заквасці від 40 до 60 % готової закваски, у перерахунку на борошно, залишають у діжі на поновлення, а решту використовують на замішування тіста. Цей спосіб забезпечує прискорене дозрівання тіста (30–60 хв) при 32–33 °С. Тривалість бродіння великої густої закваски у виробничому циклі залежить від сорту борошна, температури, співвідношення спілої закваски і живлення. Із збільшенням кількості закваски на її поновлення тривалість дозрівання скорочується.

Для порційного приготування заквасок і тіста використовують тістомісильні машини марок типу А2-ХТ2-Б, А2-ХТМ або інші.

При комплексній механізації приготування густої закваски і тіста використовують бункерні агрегати. Здебільшого це бункерні агрегати І8-ХТА-6, І8-ХТА-12 або агрегати безперервної дії типу ХТР.

Розводочний цикл закваски проводять спочатку в діжах, пізніше — у секціях бункеру до моменту заповнення всіх секцій.

При використанні бункерних агрегатів Н.Ф. Гатіліна (рис. 6.18) у виробничому циклі закваску із секції бункера для закваски подають через шибер у лійку шнекового дозатора і далі — у два змішувачі для розрідження до вологості 70 %. З одного змішувача розріджену закваску насосом подають до тістомісильної машини, добавляють воду, борошно, замішують густу закваску, яка надходить у секцію заквасочного бункера для бродіння.

Розріджену закваску, що знаходиться у другому змішувачі, подають до тістомісильної машини для замішування тіста. Додають воду, борошно, іншу сировину, передбачену рецептурою. Тісто надходить у секцію бункера для бродіння, а з неї — до тістоподільної машини.

У разі використання для приготування тіста на густій заквасці агрегатів І8-ХТА-6 або І8-ХТА-12 (рис. 6.19) закваску замішують 5–7 хв у машині безпе-

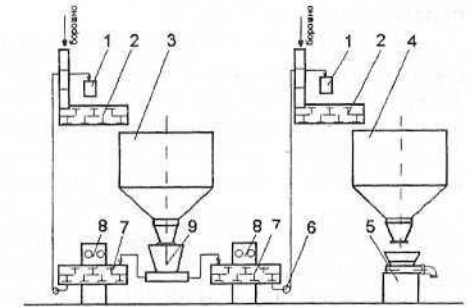


Рис. 6.18. Апаратурна схема приготування житнього тіста на густих заквасках у бункерному агрегаті:

1 — дозатор розрідженої закваски, 2 — тістомісильна машина, 3, 4 — секційний бункер відповідно для бродіння закваски і для бродіння тіста, 5 — тістоподільник, 6 — гвинтовий насос, 7 — змішувач для розрідження закваски, 8 — дозувальна станція, 9 — дозатор густої закваски

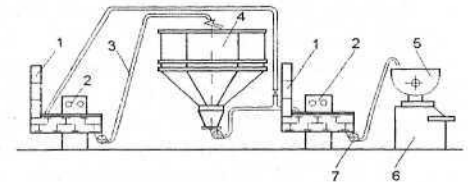


Рис. 6.19. Апаратурна схема приготування житнього тіста на густій заквасці в агрегаті типу І8-ХТА-6:

1 — місильна машина, 2 — дозувальна станція, 3 — трубопровід, 4 — бункер для бродіння закваски, 5 — бункер для бродіння тіста, 6 — тістоподільник, 7 — лопатевий нагнітач

рервної дії. В цю машину безперервно дозується борошно, вода, спіла закваска. Замішену закваску лопатевим нагнітачем по трубопроводу за допомогою поворотного лотка завантажують у вільну секцію бункера для бродіння. Виброджена закваска через отвір у днищі надходить у шнек і за допомогою шибери розподіляється по трубопроводах, що подають її до тістомісильних машин: 60 % закваски (45–47 % у перерахунку на борошно) надходить на замішування тіста, 40 % — на приготування нової закваски. З метою запобігання надмірному підвищенню температури внаслідок транспортування закваски початкова її температура має бути 24–26 °С.

Тісто замішується в машині безперервної дії 5–7 хв, лопатевим насосом подається по трубопроводу в корито для бродіння, а звідти — до тістоподільника. Тривалість бродіння тіста залежить від кількості борошна, внесеного із закваскою, та його сорту і складає 30–90 хв. Температура бродіння тіста 30–32 °С.

На підприємствах малої потужності, коли житній хліб виробляється лише кілька годин на добу, готувати тісто на заквасках з вологістю 48–50 % незручно, тому що вони швидко закисають. Кислотність таких заквасок до 16 град. У таких умовах краще готувати закваски вологістю 55–58 %. При вищій вологості уповільнюється життєдіяльність молочнокислих бактерій, і закваски набирають кислотність не вище 12 град. На замішування тіста відбирають 2/3 готової закваски, а 1/3 залишають на її поновлення. Тобто з однієї діжки закваски готують одне тісто.

Можливе приготування тіста на заквасці з підвищеною вологістю в три фази: приготування закваски, опари і тіста. Цей спосіб зручний при виробництві хліба з довгими перервами. Закваска може виброджувати до 12 год.

6.2.3. Приготування тіста на рідких житніх заквасках

Спосіб приготування тіста на рідких заквасках із житніх сортів борошна і суміші їх з пшеничним широко застосовується у промисловості. В Україні більше 60 % хліба із цих сортів борошна виробляється саме на рідких житніх заквасках. У порівнянні з густими заквасками вони мають низьку в'язкість, гарно транспортуються по трубопроводах, легко дозуються, при їх застосуванні створюються умови для механізації процесу. Рідкі закваски у меншій мірі, ніж густі, схильні до переокисання, піддаються консервуванню, стабільно зберігають якість, завдяки чому нема потреби в оновленні їх мікрофлори протягом довгого часу. Рідкі закваски готують без внесення борошняної заварки при приготуванні живильного середовища і з додаванням заварки.

У хлібопекарській промисловості розповсюджені кілька технологічних схем приготування рідких житніх заквасок. Вони відрізняються за складом чистих культур, бродильної мікрофлори, яка використовується в циклі розведення, складом живильного середовища, вологістю, температурою бродіння, ритмом відбору готової закваски на виробництво тощо. Але основною відмінністю цих технологій є наявність чи відсутність у живильному середовищі заварки, яку вносять при його приготуванні. За цією ознакою розпізнають технологію приготування тіста на рідкій заквасці без застосування заварки і технологією приготування тіста на рідкій заквасці з заваркою.

Приготування тіста на рідкій заквасці без заварки. Вперше технологія приготування тіста із житнього борошна на рідкій заквасці без заварки була роз-

роблена в 1950 р. ленінградськими вченими П.М. Плотниковим, М.І. Княгінчевим і З.І. Шмідтом. Сутність способу полягає у приготуванні закваски вологістю 68–75 %, зброджуванні її до 9–13 град (залежно від сорту борошна). Підйомна сила закваски за кулькою 25–35 хв.

В разі замішування тіста на рідкій заквасці з останньою в нього вноситься 25–35 % збродженого борошна від всього борошна, передбаченого рецептурою на приготування тіста.

Рідку закваску, як і густу готують у два цикли: цикл розведення і виробничий цикл.

У циклі розведення рідких заквасок використовують суміш чистих культур молочнокислих бактерій штамів *L. plantarum*-30, *L. casei*-26, *L. fermenti*-34 та суміші чистих культур дріжджів *S. minor* «чорноріченська» і *S. cerevisiae* Л-1 або сухий лактобактерин із суміші цих штамів молочнокислих бактерій.

На підприємствах використовують також чисті культури молочнокислих бактерій штамів A_6 , B_8 , B_{27} і дріжджі раси «краснодарська».

За відсутності чистої культури молочнокислих бактерій або дріжджів допускається використання закваски попереднього приготування і пресованих дріжджів. Цикл розведення закваски з чистих культур мікроорганізмів проводять за відповідною технологічною інструкцією на цей процес.

Цикл розведення рідких заквасок без заварки здійснюють у три фази на суспензії з житнього борошна і води вологістю 70–72 % при 28–30 °С. Розрахунок рецептури циклу розведення ведуть на 100 кг борошна в III фазі.

Першу фазу готують із 20 % борошна. В цю фазу вносять рідкі культури 4-х штамів молочнокислих бактерій по 0,5 л і 2-х штамів дріжджів по 0,2 л. На заквасці першої фази готують закваску другої фази, а на ній — третьої фази. Вміст борошна у заквасці другої фази 50 кг, а в третій — 100 кг.

Закваску третьої фази, що вибродила, переносять у виробничий чан і через кожні 3–4 год додають до неї рівну кількість живильної суміші з житнього борошна і води, поки не накопичиться необхідна для виробництва маса закваски.

Схема циклу розведення рідкої закваски наведена на рис. 6.20.

У виробничому циклі закваску готують вологістю 68–75 %. Відбирання вибродженої закваски на виробництво здійснюють через 3–4 год, у залежності від її вологості та сорту борошна. Відбирають 50 % готової закваски до маси, що залишилась у ємкості, додають еквівалентну кількість живильного середовища з борошна і води.

Живильне середовище готують у змішувачах періодичної чи безперервної дії, закваску виброджують у ємкостях циліндричної, прямокутної або корито-подібної форми порційно чи за безперервно проточним способом.

Для перекачування закваски використовують насоси.

Кислотність спілої закваски з обдирного борошна 9–12 град, а з обойного 11–13 град. Підйомна сила — 25–35 хв. Температура бродіння 28–30 °С.

Скорочення ритму відбору до 2–2,5 год може призвести до вимивання мікрофлори і зниження підйомної сили заквасок. При підвищенні температури до 32–34 °С стимулюється життєдіяльність молочнокислих бактерій і пригнічуються дріжджі, підйомна сила заквасок погіршується.

Співвідношення у заквасці без заварки дріжджів і молочнокислих бактерій складає 1:47 — 1:55.

У процесі бродіння під активною дією амілолітичних і протеолітичних ферментів, а також у результаті життєдіяльності мікрофлори у заквасці накопи-

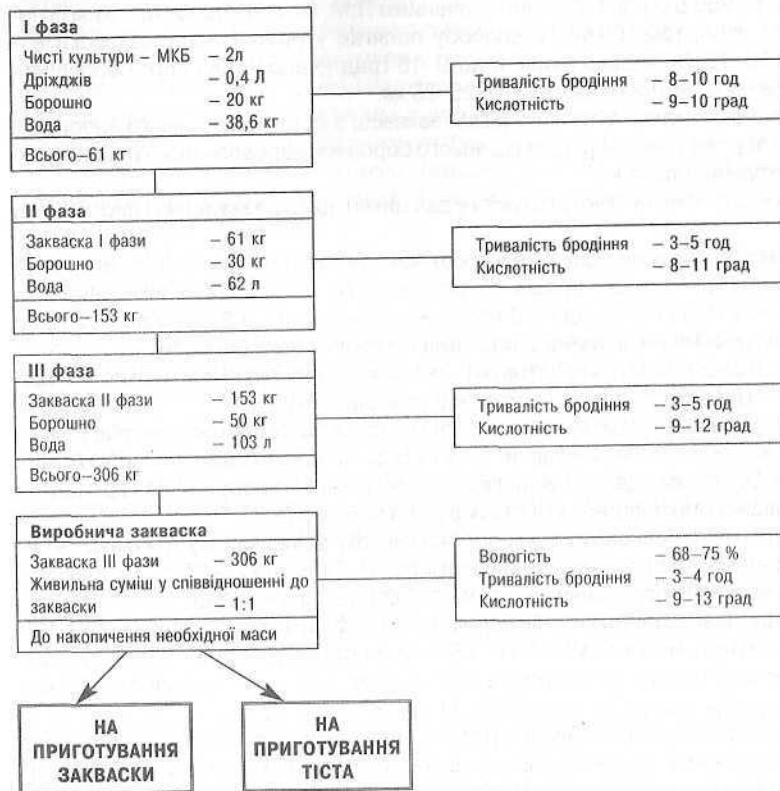


Рис. 6.20. Схема циклу розведення рідкої закваски без заварки з житнього борошна

чується велика кількість продуктів гідролізу крохмалю і білків, водорозчинні та ароматичні сполуки. Цей фактор сприяє прискоренню дозрівання тіста, виготовленого на рідких заквасках.

Тісто на рідких заквасках готують без додання води, окрім тієї, що міститься у розчині солі. Тісто замішують у тістомісильних машинах періодичної або безперервної дії, для його бродіння застосовують джі, бункерні чи коритоподібні ємкості. Інтенсивне або подовжене замішування не застосовується.

Оптимальною є питома витрата енергії на замішування тіста 6–8,5 Дж/г. Надмірна механічна обробка тіста призводить до зниження якості хліба.

Із закваскою, залежно від її вологості, вноситься від 25 до 35 % загальної кількості борошна за рецептурою. Зі збільшенням кількості борошна, внесеного в тісто із закваскою, зменшується тривалість бродіння тіста, покращується якість хліба. Так, при внесенні із закваскою у тісто 25 % борошна воно дозріває за 90–150 хв, а при внесенні 35 % борошна — за 60–90 хв. Кінцева кислотність тіста має бути: з житнього обдирного борошна 8–12 град, обойного — 10–13, із суміші житнього і пшеничного борошна — 8–11 град.

У промисловості найбільш відомі Київська і Ленінградська схеми приготування рідких заквасок без заварки. За Київською схемою закваску готують во-

логістю 70–72 %, зброджують її до кислотності 10–12 град при температурі 28–30 °С. Тісто замішують без додання води, виброджує воно 90 хв. За Ленінградською — вологість закваски 72–75 %, кислотність 9–11 град. При замішуванні тіста додається, окрім закваски, вода. Тривалість бродіння тіста на цій заквасці — 120 хв.

На підприємствах застосовують різні апаратні схеми приготування тіста на житніх заквасках. Найпоширенішими є схеми, які передбачають порційне приготування та бродіння рідких заквасок в окремо встановлених ємкостях і безперервне замішування тіста (рис. 6.21). За такою схемою живильне середовище готують у машинах ХЗ-2М-300. Борошно і вода дозуються дозаторами періодичної дії. Приготовлене живлення насосом перекачують у циліндричні ємкості для бродіння, бажано з мішалкою і водяною сорочкою або інші ємкості. Половина вибродженої закваски насосом подають у витратний чан, з якого через дозатор вона надходить на замішування тіста. До маси закваски, що залишилася у ємкості, додають поживну суміш для поновлення її попередньої маси.

Тісто замішують у машинах безперервної дії типу Х-12, И8-ХТА-12/1 або інших марок. З тістомісильної машини тісто надходить на виброджування у корито агрегату ХТР, ємкість бункерного агрегату або нестандартну ємкість над тістоподільником.

Розповсюдженою є також схема, за якою закваску готують у машині безперервної дії. В машину дозують борошно, воду і виброджену закваску. Приготовлена закваска надходить у збірну ємкість, у якій вона накопичується до об'єму, достатнього для заповнення однієї бродильної ємкості. Ємкості для бродіння закваски заповнюються по черзі. Виброджену закваску з бродильної ємкості повністю перекачують у витратну ємкість. Із неї 50 % закваски подають на замішування тіста, а 50 % витрачають на поновлення закваски.

Тісто замішують у машинах безперервної дії, виброджує воно у ємкостях для бродіння: коритоподібних, бункерних або інших.

Приготування тіста на рідкій заквасці з заваркою. Сутність технології приготування рідкої закваски із заваркою полягає у приготуванні закваски вологістю 78–85 % із внесенням біля половини борошна у вигляді заварки.

У заквасці з такою високою вологістю недостатньо цукрів, водорозчинного азоту та інших поживних речовин, необхідних для активного розвитку дріжджів і молочнокислих бактерій. З метою поповнення живильного середовища поживними речовинами у процесі приготування закваски додають оцукрену заварку. Закваску виброджують при 31–32 °С, щоб забезпечити активний розвиток молочнокислих бактерій і накопичення кислот.

На початку розвитку технології приготування тіста на рідких заквасках у про-

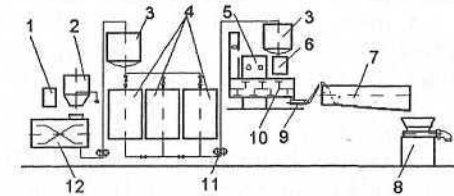


Рис. 6.21. Апаратна схема порційного приготування рідкої закваски (без заварки) і безперервного приготування тіста:

1 — водопідготовчий бачок, 2 — автоборошномір, 3 — напірна ємкість, 4 — ємкості для бродіння закваски, 5 — дозувальна станція, 6 — дозатор закваски черпачковий, 7 — ємкість для бродіння тіста, 8 — тістоподільник, 9 — шнековий насос, 10 — місильна машина, 11 — шестеренчастий насос, 12 — заварювальна машина

мисловості були відомі Саратовська С-1, Іванівська І-1, Митищинська М-1 схеми приготування заквасок із заварками. Ці схеми відрізнялись вологістю, складом мікрофлори молочнокислих бактерій, вмістом заварки.

На основі порівняльної оцінки цих схем у свій час Ленінградським відділенням ВНДІХП була розроблена уніфікована схема приготування тіста на заквасці з заваркою. За цією схемою виробляють переважно хліб із суміші житніх і пшеничних сортів борошна. Закваску готують вологістю 80–85 %. При приготуванні живильного середовища вносять заварку в кількості 20–35 % до його загальної маси при вологості закваски відповідно 80 і 85 %.

У циклі розведення закваски використовують чисті культури дріжджів *S.cerevisiae* Л-1 і суміш чистих культур молочнокислих бактерій *L. plantarum*-30, *L. casei*-26, *L. brevis*-1, *L. fermenti*-34 або сухий лактобактерин для рідких заквасок.

У виробничому циклі закваску виброджують залежно від вологості 3 або 5 год до кислотності 9–12 град. Підйомна сила готової закваски 20–30 хв. У цій заквасці кращі умови для розмноження дріжджів: більше цукрів, вища вологість. Тому співвідношення дріжджів і молочнокислих бактерій складає 1:11-1:23. На приготування тіста відбирають 50 % стиглої закваски, до маси, що залишилася у бродильній ємкості, додають живильне середовище із борошна, заварки і води для поновлення закваски.

Заварку готують у заварочній машині ХЗ-2М-300 або іншій у співвідношенні житнього борошна і води 1:2,5. Початкова температура заварки має бути 65 ± 2 °С для забезпечення глибокої клейстеризації крохмалю. Для оцукрення заварки доцільно в неї при 40–45 °С вносити амілоризин П10Х або Г10Х у кількості 0,005–0,01 % до маси борошна у заварці або інші амілолітичні ферменти згідно рекомендацій на їх використання. Заварку оцукрюють 40–90 хв.

Живильну суміш також готують у машинах ХЗ-2М-300. Спочатку змішують борошно з водою, після чого додають охолоджену до 35–38 °С заварку.

Для виброджування закваски використовують ємкості різної конструкції, бажано з мішалкою і водяною сорочкою.

Тісто на заквасці з заваркою здебільшого готують без додання води, вся вода вноситься із закваскою і розчином солі. З рідкою закваскою в тісто вносять 15–20 % збродженого борошна від загальної маси його в тісті. Початкова температура тіста 29–31 °С. Тривалість дозрівання 90–180 хв, залежно від кількості внесеної закваски, її вологості та підйомної сили.

При застосуванні технології приготування хліба на заквасках із заваркою закваску готують і виброджують порційним, а тісто безперервним способом (рис. 6.22).

Для приготування закваски у заварочну машину ХЗ-2М-300 дозують борошно і воду. Одержану після їх змішування борошнану суспензію насосом подають у збірну ємкість з

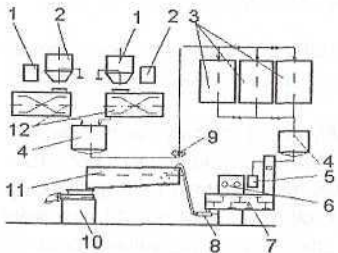


Рис. 6.22. Апаратурна схема порційного приготування рідкої закваски з заваркою і безперервного приготування тіста з житнього та житньо-пшеничного борошна:

- 1 — водопідготовчий бачок,
- 2 — автоборошномір, 3 — ємкості для бродіння закваски,
- 4 — напірна ємкість, 5 — дозатор закваски черпачковий, 6 — дозувальна станція, 7 — тістомісильна машина, 8 — шнековий насос,
- 9 — шестеренчастий насос, 10 — тістоподільник, 11 — ємкість для бродіння тіста, 12 — заварувальна машина

мішалкою. Туди ж додають оцукрену заварку, яку готують в іншій заварочній машині, перемішують її з борошнанною суспензією. Одержану живильну суміш насосом перекачують по черзі у бродильні ємкості з частиною (50 %) готової закваски, що залишилася після відбору її на виробництво.

Частину закваски, призначену для виробництва, перекачують у витратну ємкість, з якої вона надходить на замішування тіста.

Тісто замішують у тістомісильних машинах безперервної дії протягом 6–8 хв. На його замішування в машину дозують закваску, борошно, сольовий розчин та іншу сировину за рецептурою. Тісто виброджує в кориті агрегату ХТР або невеликому бункері над тістоподільником чи в іншій ємкості.

Недоліками схеми приготування тіста на рідких заквасках із заваркою є додаткова технологічна операція по приготуванню заварки, а значить, і потреба у додатковому обладнанні, затрати теплоносіїв, робочої сили. Закваски із заваркою мають високу вологість, під час бродіння піняться, що утруднює перекачування їх насосами, знижує коефіцієнт використання ємкостей для бродіння.

У заквасках із заварками дріжджові клітини активніші, що призводить до збільшення затрат сухих речовин на бродіння, поряд з цим підсилення спиртового бродіння у житньому тісті погіршує смак хліба.

При наявності в заквасці заварки хліб набуває солодкуватого смаку, не приаманного житньому хлібу, дещо затемнюється його м'якушка, посилюється її липкість, особливо у разі переробки борошна з підвищеною автолітичною активністю.

6.2.4. Приготування тіста на концентрованій бездріжджовій молочнокислій заквасці (КМКЗ)

Сутність технології приготування тіста на КМКЗ полягає у використанні закваски з високою кислотністю (18–24 град) і внесенні при замішуванні тіста для його розпушування пресованих або рідких дріжджів. Тісто готують у дві (КМКЗ — тісто) або три стадії (КМКЗ — опара — тісто). Цей спосіб рекомендується застосовувати для виробництва хліба з житнього або суміші його з пшеничним борошна при роботі з перервами. Завдяки високій кислотності закваска зберігає свої якості та не потребує консервування.

У циклі розведення заквасок використовують суміш чистих культур молочнокислих бактерій *L. plantarum*-30, *L. casei*-26, *L. brevis*-1, *L. fermenti*-34 або сухий лактобактерин для рідких заквасок. Чисті культури дріжджів у розводочному циклі не використовуються.

Закваску готують вологістю 60 % у діжі або 70–72 % у заварочній машині при температурі 37–41 °С. Закваска виброджує в чанах з водяною сорочкою для підтримання температури. Підвищений температурний режим у заквасці створює умови для інтенсивного розвитку молочнокислих бактерій і пригнічує розвиток дріжджових клітин, внесених з борошном. Внаслідок цього у заквасці накопичується значна кількість кислот і не розвивається спиртове бродіння. Тривалість дозрівання закваски 8–12 год.

Для приготування тіста відбирають у витратний чан 90 % готової закваски. До 10 % закваски, що лишилася в ємкості для бродіння або діжі, додають живильну суміш у кількості, еквівалентній відібраній для поновлення закваски.

Ритм поновлення закваски залежить від режиму роботи підприємства: при роботі у 2 і 3 зміни — через 8 год, а в одну зміну — через 12 год, при роботі в окремій дні — через 24 год.

При виробництві житніх і житньо-пшеничних сортів хліба на КМКЗ допускається збільшення кінцевої кислотності опари і тіста на один градус. Норми витрати пресованих дріжджів можуть змінюватись залежно від підйомної сили дріжджів, якості борошна та умов виробництва. Параметри технологічного процесу можуть змінюватись залежно від умов виробництва і якості сировини. Дозволяються зміни співвідношення борошна та води за стадіями технологічного процесу. Допускається регулювання співвідношення житнього і пшеничного борошна в межах 10 % у хлібі з суміші житнього і пшеничного борошна.

При необхідності зберегти закваску на час тривалої перерви у роботі 10 кг закваски зберігається в холодильнику при 4–6 °С. При потребі, до неї додають живлення у співвідношенні 1:9, виброджують при температурі 37–40 °С до кислотності 18–22 град і накопичують до необхідної кількості. Живлення для закваски готують порційно у машинах ХЗ-2М-300.

Тісто на КМКЗ готують у дві фази (КМКЗ — тісто) або трифазним способом (КМКЗ — опара — тісто). При двофазному способі разом з КМКЗ вносять у тісто 10–15 % борошна, а при трифазному — 5–10 % борошна від загальної кількості його в тісті. Пресовані дріжджі дозують у кількості 0,5–1,0, а рідкі — 30 % до маси борошна.

Тісто виброджує при температурі 30 ± 1 °С у разі безопарного способу 120–180 хв, при опарному — 60–120 хв до кислотності на 1–2 град вищої кислотності хліба, передбаченої стандартом.

При опарному способі опару готують вологістю 60 % із 60 % всього борошна з урахуванням внесеного в опару з КМКЗ. Опара виброджує 150–180 хв при 28–30 °С.

Трифазний спосіб складніший, його рекомендується використовувати у виробництві хліба лише з житніх сортів з кислотністю 9 град і більше. Порівняно з безопарним при опарному способі знижуються витрати КМКЗ і дріжджів на приготування тіста, покращується смак і аромат хліба. Тісто на КМКЗ можна готувати

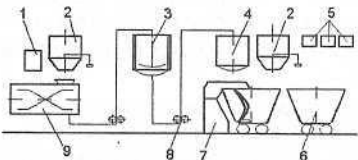


Рис. 6.23. Апаратурна схема порційного приготування тіста з житнього та житньо-пшеничного борошна на концентрованій молочнокислій заквасці вологістю 70%:

1 — водопідготовчий бачок, 2 — автоборошномір, 3 — ємкість для бродіння закваски з мішалкою і водяним підігрівом, 4 — напірна ємкість, 5 — дозатори (дріжджів, солі, закваски); 6 — діжа, 7 — тістомісильна машина, 8 — шестерчастий насос, 9 — заварювальна машина

порційно в машинах «Стандарт», ТММ-1М, А2-ХТБ та інших або безперервно-поточним способом з використанням машин Х-12, Х-26, И8-ХТА-12/1, А2-ХТТ та інших і коритоподібних або бункерних ємкостях для бродіння.

Апаратурна схема порційного приготування тіста на концентрованій молочнокислій заквасці з житнього або житньо-пшеничного борошна приведена на рис. 6.23.

Консервування заквасок. При роботі підприємства в 1–2 зміни чи вимушених простоях густі закваски скорочують до мінімуму, а потім накопичують, добавляючи до них свіжу живильну суміш.

Ефективним способом консервування є охолодження закваски до 6–10 °С у холодильній камері. Закваску, що зберігалась

при цій температурі 8–12 год, можна використовувати без оновлення на приготування тіста чи закваски. У разі, коли закваска перебувала в холодильній камері 24 год, її оновлюють, виброджують до заданої кислотності та використовують у виробництві.

На 10–15 діб рідку закваску консервують — ставлять 5–10 кг готової закваски в холодильник з 4–6 °С. Потім оновлюють, добавляючи живильне середовище у співвідношенні 1:1 до накопичення потрібної для виробництва маси. При необхідності законсервувати закваску на довший час (місяць і більше) 5–10 кг закваски заморожують при мінус 10–15 °С, потім розморозжують і оновлюють до необхідної маси.

Застосовується також спосіб консервування шляхом розріджування закваски холодною водою (5–10 °С) до вологості 65–70 %. Розріджену закваску зберігають у виробничому приміщенні 8–24 год. Після консервування у закваску добавляють борошно, гарячу воду і замішують густу закваску вологістю 48–50 % при 26–28 °С.

Для консервування закваски можна її розрідити водою з температурою 15–20 °С із доданням 2 % солі до маси борошна. Через 8–24 год вологість закваски доводять до 48–50 %. Для активації мікрофлори при оновленні в закваску треба внести амілоризин П10Х — 0,04 % до маси борошна.

Рідку закваску охолоджують в ємкості з водяною сорочкою до 10 ± 5 °С і зберігають при цій температурі до 24 год, потім підігрівають, оновлюють живильним середовищем у співвідношенні 1:1 і виброджують до заданої кислотності.

Якість рідкої закваски можна зберігати 8–12 год, якщо її порцію освіжити подвійною кількістю живильного середовища з температурою 20 °С. Через 8–12 год закваску оновлюють живильною сумішшю у співвідношенні 1:1 при 28–30 °С і виброджують до заданої кислотності.

6.2.5. Експресні технології приготування житнього тіста

З розвитком пекарень виникла проблема виробництва житніх і житньо-пшеничних сортів хліба за прискороною технологією. Це викликане значними перервами в роботі, що не дає можливості підтримувати необхідний технологічний режим приготування заквасок, які застосовуються при традиційній технології приготування хліба з житнього борошна.

Для забезпечення необхідної кислотності житнього тіста при прискорених технологіях його приготування використовують підкислюючі комплексні добавки, а також сухі чи пастоподібні закваски, що містять молочнокислі бактерії.

Як підкислювачі, так і сухі чи пастоподібні закваски — це полікомпонентні суміші з різною кислотністю. До їх складу можуть входити органічні кислоти, висушені густі борошняні закваски, мінеральні солі, солод, ферментні препарати та інша сировина. Кислотність підкислювачів 200–500 град, залежно від їх рецептурного складу.

Дозують закваски і підкислювачі в кількості від 1 до 4 % до маси борошна, відповідно до рекомендацій по їх застосуванню. Так, відомі підкислювачі: Форшріт (Німеччина), кислотність його 250 град, рекомендується у дозі 1,5–3,5 % до маси борошна; ІБІС (Франція), рекомендується дозувати в кількості 1,0–1,5 % до маси борошна; PS-2 (Бельгія) має кислотність 500 град, рекомендується у дозі

0,8–2,0 % до маси борошна. В Національному університеті харчових технологій (Україна) розроблено поліпшувач «Ефективний», кислотність його — 200 град. Особливістю приготування тіста на цих підкислювачах є використання при його замішуванні активних пресованих, активних сушених або сушених інстантних дріжджів. Дріжджі додають у кількості 1,5–2,5 % до маси борошна.

Тривалість замісу житнього і житньо-пшеничного тіста не має перевищувати 7–10 хв у тихохідних і 3–5 хв у швидкісних тістомісильних машинах.

Тісто, виготовлене однофазним способом із застосуванням хлібопекарських дріжджів і підкислювачів, досягає за 40–90 хв.

При використанні підкислювачів кислотність тіста обумовлюється кислотами і кислими солями, що вносяться з ними, а розпушення його здійснюється під час бродіння і вистоювання внесеними дріжджовими клітинами.

Внесені кислоти сприяють набухання біополімерів борошна, стримують активність ферментних систем, що обумовлює утворення необхідної структури тіста, запобігає липкості м'якушки хліба.

Тривалість вистоювання тістових заготовок 50–60 хв. Випікання рекомендується проводити у парозволоженої пекарній камері, спочатку при підвищеній температурі (260 °С) 5–6 хв, потім при 200 °С до готовності. Хліб за цими технологіями виготовляється за 2,5–3,0 год.

Як приклад, наводимо прискорену технологію житньо-пшеничних сортів хліба на деяких підкислювачах і заквасках (полікомпонентних сумішах, що містять молочнокислі бактерії).

Однофазний спосіб приготування тіста з використанням полікомпонентної добавки «Біоекс» (Росія). Добавку рекомендується вносити у кількість 1,5–2,0 % до маси борошна у сухому стані разом з борошном при замішуванні тіста. Тісто виброджує 40–60 хв, тривалість вистоювання тістових заготовок 40–90 хв при температурі 30–40 °С.

В разі використання підкислювача «Ефективний», його дозують при замішуванні тіста у кількості 1,5–2,0 %. Підкислювач — згущена маса, до складу якої входить солодовий екстракт, молочна і оцтова кислоти.

Щоб запобігти негативному впливу кислот при безпосередньому контакті їх з пресованими дріжджами на початку замішування останні в кількості 1,5–2 % додають в тісто через 1,5–2,5 хв від початку замісу. Тривалість замішування 10–12 хв, бродіння тіста — 60–80 хв, а вистоювання — 50–60 хв.

Покращенню смакових якостей хліба, виготовленого за цією технологією, сприяє внесення мезофільної молочнокислої закваски у кількості 10 % до маси борошна.

Приготування тіста на полікомпонентних сумішах, що містять молочнокислі бактерії. Прикладом такої суміші є пастоподібна закваска БА3 (Австрія). До її складу, окрім чистих культур молочнокислих бактерій у живильному середовищі, входять молочна і оцтова кислоти. Дозують її у кількості 4–5 % до маси борошна.

У тістомісильній машині спочатку перемішують всю сировину, передбачену рецептурою, потім додають БА3 і замішують тісто ще 8 хв. Дріжджі не застосовують. Температура тіста 29–32 °С. Тісто відлежується 20 хв, ділиться на шматки, з яких формуються тістові заготовки. Тривалість їх вистоювання 40–50 хв при температурі 33 °С і вологості 75 %.

Суха закваска «Цитрасол» (Росія) містить живі культури молочнокислих бактерій. Рекомендується для виробництва всіх видів житньо-пшеничних сортів хліба однофазним способом. Дозування складає 1,5–3,5 (у середньому 2,5 %)

до маси борошна. При замішуванні тіста, окрім закваски, додають 1,2–1,4 % пресованих дріжджів. Тісто виброджує 60–90 хв, тривалість вистоювання тістових заготовок — до 60 хв.

Для покращення смакових якостей і аромату хліба, виготовленого із застосуванням підкислювачів, разом з ними у тісто додають солод, патоку, заварку, ферментні препарати.

Заварку готують із 7–10 % житнього борошна у співвідношенні з водою 1:3, підкислювач додають у заварку, після чого останню вносять у тісто при його замішуванні.

На відміну від традиційних для України житніх і житньо-пшеничних сортів хліба, виготовлений за прискореною технологією, має нижчу кислотність (6–8 град.) і не дуже виражений аромат. Це викликано тим, що в тісті не відбуваються ті біохімічні, мікробіологічні та колоїдні процеси, які притаманні тривалому дозріванню закваски і тіста в традиційній технології й забезпечують високі смакові якості хліба.

6.2.6. Порівняльна характеристика способів приготування тіста із житнього і житньо-пшеничного борошна

Способи приготування тіста на густих заквасках забезпечують швидке закінчення заквасок, оскільки молочнокислі бактерії в густому середовищі розвиваються краще, ніж у рідкому. Тісто на густих заквасках швидко дозріває, виробляють чітко виражений кислий смак і аромат.

Спосіб приготування тіста в діжах на традиційних густих заквасках з 25 і 33 % борошна більш тривалий, ніж на великих густих заквасках з 40 і 60 % борошна. Традиційні закваски дозрівають 3–4 год, а тісто, приготовлене на цих заквасках, — 90–120 хв, тоді як великі густі закваски, які готують безперервним способом, дозрівають 2,5–3 год, а тісто — 30–40 хв. Скорочення тривалості дозрівання закваски і тіста обумовлює нижчі затрати на бродіння.

Густа консистенція заквасок ускладнює їх транспортування і дозування. При порційному приготуванні традиційних густих заквасок і тіста в діжах закваску дозують вручну. Технологічний режим приготування тіста на густих заквасках при зміні ритму роботи менш гнучкий, ніж при застосуванні рідких заквасок.

Спосіб приготування тіста на рідких заквасках має високу технологічну гнучкість. Консистенція рідких заквасок дозволяє легко транспортувати їх по трубопроводах, перекачувати насосами, механізувати процес дозування. Рідкі закваски у порівнянні з густими не так інтенсивно накопичують кислотність, містять менше летких кислот, що пом'якшує смакові якості хліба. При їх застосуванні знижуються затрати сухих речовин на бродіння, внаслідок цього підвищується вихід хліба. Застосування рідких заквасок із заваркою ускладнює технологічну схему приготування тіста, виникає додаткова технологічна операція приготування заварки та її дозування. Для цих операцій необхідне додаткове обладнання і апаратура.

Внесення в рідкі закваски заварки активізує життєдіяльність дріжджових клітин, але це обумовлює збільшення затрат на бродіння, закваски із заваркою піняться. Це потребує збільшення об'єму ємкостей для їх бродіння.

Приготування тіста на рідких заквасках без заварки забезпечує вищу якість виробів, оскільки при внесенні заварки хліб набуває присмаку заварного, затемнюється його м'якушка.

Спосіб приготування тіста на концентрованій молочнокислій заквасці та дріжджах забезпечує скорочення тривалості дозрівання тіста. У випадку перерв у роботі концентровані молочнокислі закваски самоконсервуються, що обумовлює застосування цього способу при одно- чи двозмінній роботі.

6.2.7. Приготування тіста для заварного житнього і житньо-пшеничного хліба

Заварний хліб має яскраво виражений приємний аромат і високі смакові якості, повільніше черствіє. Виробництво заварного хліба особливо розвинене у північно-західних областях Росії, в Білорусії, країнах Прибалтики. Так, у Литві, Латвії заварні види хліба складають 70 % загального виробництва хлібних виробів.

Останнім часом виробництво заварних видів хліба зростає і в Україні. Розроблена значна кількість нових заварних видів хліба. Це хліб гетьманський, київський заварний, донбаський, особливий заварний тощо. Своєрідний кисло-ватого-солодкий смак цього хліба створюється завдяки особливостям технології його приготування і складових рецептури.

Готують заварні види хліба із суміші борошна житнього обдирного або обойного і пшеничного першого чи другого сорту, рідше — із суміші житнього сіяного і пшеничного вищого сорту, до складу рецептури, як правило, входять, %: неферментований або ферментований солод 3–7, патока — 3–8, молочна сироватка — 10–20, цукор — 1–4, квасне сусло чи солодовий екстракт — 2,5–10, яблучне повидло — 5, олія — 1,5–5, ммин, коріандр, аніс — 0,3–1, сухе молоко — 2,5, насіння льону або інша сировина.

Характерною особливістю заварних видів хліба є те, що частина борошна (7–15, частіше 10 %) вноситься в тісто у вигляді заварки оцукреної, оцукреної заквашеної або оцукреної заквашеної та збродженої.

Заварні види хліба готують здебільшого на густих або рідких заквасках, іноді на концентрованій молочнокислій заквасці. Розроблені прискорені способи виготовлення заварного хліба на густих заквасках — підкислювачах з використанням сухої заварки.

Закваски і заварку готують з житніх сортів борошна, пшеничне борошно вносять при замішуванні тіста. Для покращання якості хліба при замішуванні тіста на деякі види хліба додають пресовані, іноді рідкі дріжджі.

У розводочному циклі приготування заквасок використовують чисті культури мезофільних молочнокислих бактерій і дріжджів.

Живильну суміш для закваски готують із житнього борошна і води.

Дозріла закваска, залежно від сорту борошна, має кислотність: густа — 10–15 град, рідка без заварки в живильному середовищі — 9–13, рідка із заваркою — 9–12, КМКЗ — 19–22 град.

Тісто для заварних видів хліба готують трифазним (заварка — закваска — тісто), чотирифазним (заварка — закваска — заквашена заварка чи опара — тісто), п'ятифазним (заварка — закваска — термофільна закваска — зброджена закваска — тісто) способами.

Кількість фаз обумовлюється наявними стадіями підготовки заварки. Заварку заквашують, іноді заквашують і зброджують з метою покращання стану м'якушки хліба, зменшення її липкості.

Основні способи приготування тіста для заварних видів хліба наведені на рис. 6.24.

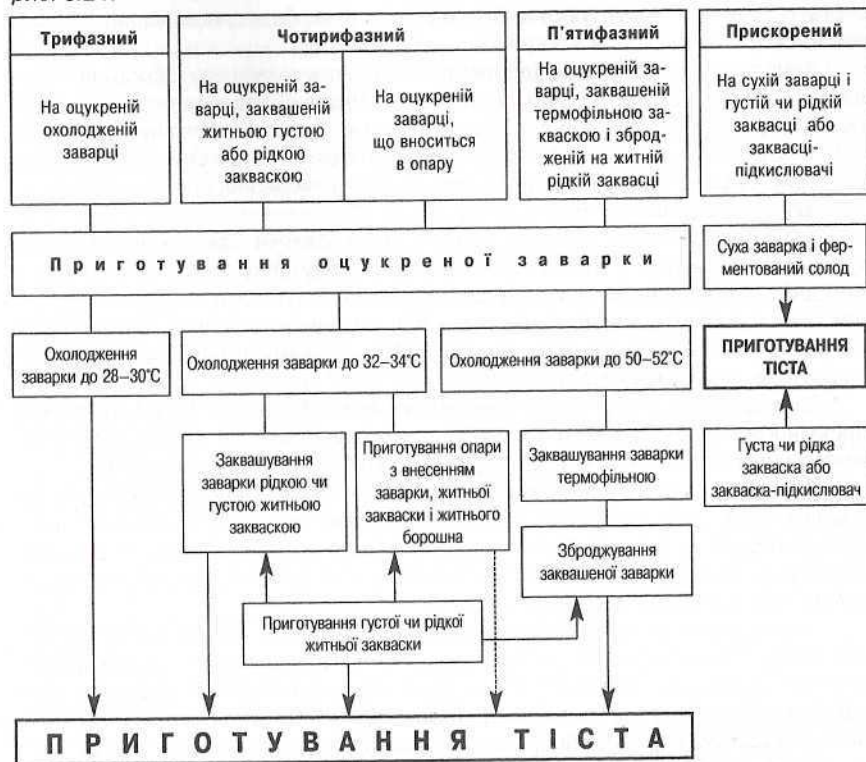


Рис. 6.24. Способи приготування заварних видів хліба

Заварку готують з житнього борошна, ферментованого солоду, ммину чи анісу і води (1:3), що має температуру 93–95 °С. Початкова температура заварки 63–65 °С. На деяких підприємствах частину борошна, що належить заварити (10–15 %), і неферментований солод вносять у заварку при 63–65 °С для покращання оцукрення крохмалю. Заварку оцукрюють 1,5–2, інколи 3–5 год. Більше 6 год заварку зберігати не слід, щоб запобігти її закісненню.

Для швидшого охолодження в оцукрену заварку іноді вносять холодну молочну сироватку, розчин цукру або патоки. Вологість заварки 74–76 %.

При трифазному способі приготування тіста закваску з 25–30 % борошна змішують з оцукреною заваркою, розчином солі, добавляють решту борошна, іншу сировину і замішують тісто. Тривалість бродіння тіста 60–90 хв.

У разі приготування тіста на бездріжджовій КМКЗ вносять 0,7 % пресованих або 10 % рідких дріжджів.

При чотирифазному способі готують закваску, заварку, опару і тісто або закваску, заварку, заквашену заварку і тісто. Опару готують із заварки, закваски і

частини борошна без заливу води, вологість її — 53–55 %. Тривалість бродіння 3,5–4 год при 28–30 °С, кислотність готової опари має бути 9–11 град. У зброджену опару додають, розчин солі, воду, засипають решту борошна і замішують тісто. Розподіл борошна за фазами приготування тіста частіше за все такий: заварка — 10, закваска — 20, опара — 35, тісто — 35 %. Тісто дозріває 60–90 хв. За такою технологією готують хліб житній заварний, бородинський, черкаський заварний та інші.

Замість опари на деяких підприємствах готують заквашену (зброджену) заварку — рідку або густу. Тоді оцукрену охолоджену заварку перекачують в ємкість, додають до неї рідку або густу житню закваску і заквашують 6–7 год при 30–32 °С. Заквашену таким чином заварку перекачують у виробничу ємкість і використовують для замішування тіста порційним чи безперервним способом. Тривалість бродіння тіста 60–90 хв при 30–32 °С.

Застосовують й інші способи заквашування заварки. Так, при виробництві хліба житнього заварного з мкином в охолоджену оцукрену заварку вносять рідкі дріжджі та заквашену заварку з кислотністю 12–14 град, яка використовується для приготування рідких дріжджів. Після 5–6 год заквашування додають пресовані дріжджі та залишають бродити на 40–60 хв. На заквашеній і збродженій таким чином заварці готують тісто.

Заквашування заварки підвищує інтенсивність бродіння тіста, надає хлібу приємного кисло-солодкого смаку. Використання заварки, заквашеної термофільними молочнокислими бактеріями, покращує смакові якості хліба.

Ця технологічна операція передбачена також п'ятифазним способом приготування тіста. За п'ятифазним способом спочатку готують оцукрену заварку. Далі до оцукреної заварки додають у співвідношенні 3:1 заварку, заквашену термофільними молочнокислими бактеріями *L. delbrückii*-76 або іншими і заквашують її до кислотності 12–14 град.

Готова закваска має приємний кисло-солодкий смак, коричнево-шоколадний колір, в'язку консистенцію. Паралельно із заквашеною термофільними бактеріями оцукреною заваркою готують рідку житню закваску без заварки. Потім заквашену оцукрену заварку охолоджують до 27–32 °С і змішують з рідкою житньою закваскою, при потребі додають мочку, одержують зброджену заварку. Тривалість її бродіння при 30–32 °С — 1–2 год до кислотності 9–12 град. Підйомна сила — 20–25 хв.

Зброджену заварку використовують для замішування тіста. Тісто дозріває 90–120 хв. За цією технологією на підприємствах Білорусії готують хліб раучицький.

У разі приготування тіста для заварного хліба прискореним способом використовують традиційну густу або рідку житню закваску чи закваску-підкислювач, наприклад «Цитрасол» (Росія), PS-2 (Бельгія), з кислотністю 500 град, «Фінароль» (Австрія) з кислотністю 200 град та інші, й суху заварку або композиційні суміші на її основі з ферментованим житнім солодом. Суха заварка — це структуроване на вальцьовій сушарці чи в екструдері житнє борошно. Так, при замішуванні тіста «Цитрасол» застосовують у кількості 1,5–3,5 % до маси борошна. Пресовані дріжджі додають у кількості 1,2–1,4 %. Тісто до розробки зброджує 90 хв, вистоювання тістових заготовок проводять до готовності, приблизно 60 хв.

Тісто для заварних видів хліба готують як порційно, так і безперервно-поточним способом.

6.3. Використання продуктів переробки бракованого і черствого хліба при приготуванні тіста

Браковані або черстві хлібні вироби з житнього, пшеничного чи суміші житнього і пшеничного борошна переробляють на хлібну мочку, хлібне і сухарне кришиво. Ці продукти переробки некондиційних виробів використовують при виготовленні продукції з борошна того ж виду і сорту або більш низьких сортів (у % до маси борошна) в кількостях, що наведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1. Допустима кількість додання хлібного і сухарного кришива при приготуванні тіста, %, не більше

Вид виробів	Доза до маси борошна, %		
	хлібна мочка	хлібне кришиво	сухарне
Хліб з житнього обойного борошна	10	5	3
Хліб з борошна житнього обдирного і сіяного, житньо-пшеничного, пшенично-житнього і пшеничного обойного, із суміші борошна житнього і пшеничного сортового, а також із суміші борошна пшеничного обойного і сортового	5	3	2
Хліб із пшеничного борошна другого сорту	2,5	3	2
Хліб із пшеничного борошна першого сорту і суміші пшеничного борошна першого і другого сортів	2*	1	1,5
Хліб із пшеничного борошна вищого сорту	—	—	1
Булочні вироби із пшеничного борошна другого сорту	—	3	2
Булочні, здобні та бараночні вироби із пшеничного борошна першого сорту	—	2	1,5
Булочні, здобні та бараночні вироби із пшеничного борошна вищого сорту	—	1,5	1
Сухарні вироби із пшеничного борошна першого і другого сорту	—	5	2
Сухарні вироби із пшеничного борошна вищого сорту	—	3	1,5

*Дозволяється використовувати у вигляді тонкодиспергової мочки, приготовленої на машині А2-ХПК

Брудний, запліснявілий, з ознаками картопляної хвороби хліб переробці не підлягає. У підгорілого хліба обрізають скоринку.

Хлібну мочку одержують з попередньо замоченого хліба. Хліб заливають водою чи молочною сироваткою у співвідношенні 1:2, замочений хліб протирають на мочкопротиральній машині або кризь сито з отворами до 5 мм. Під час протирання в лійку машини разом з хлібом подається вода з температурою 25–30 °С. Вологість хлібної мочки 75–80 %. Машина на виході має сітку, що затримує шматки не розмоченого хліба.

Хлібну мочку зберігають у спеціальній ємкості, з якої подають на приготування опари або тіста. Оскільки мочка швидко псується, готувати її у великій кількості не доцільно. Вона не повинна мати ознак псування. Забороняється використання мочки при приготуванні хлібних виробів з пшеничного борошна вищого сорту.

Хлібне кришиво одержують подрібненням хлібних виробів без замочування, а сухарне кришиво — подрібненням висушених хлібних виробів. Хлібне та сухарне кришиво перед використанням пропускають крізь сито з отворами 3–4 мм і магнітні уловлювачі.

Хлібне і сухарне кришиво доцільно додавати під час приготування опари чи закваски, можна — в заварку при виготовленні рідких дріжджів.

У свій час Каздіпрохарчопромом був розроблений спосіб приготування хлібної мочки, заквашеної молочнокислими бактеріями. За цим способом черствий хліб подрібнюють на дробарці і готують живильну суміш з таких компонентів: подрібнений хліб — 15 кг, пшеничне борошно першого чи другого сорту — 15 кг, вода — 60 л, закваска мезофільних молочнокислих бактерій — 10 кг. Складові живильної суміші перемішують і зброджують при температурі 35–38 °С протягом 18–22 год до кислотності 25–28 град. Готова суміш має однорідну консистенцію, кисло-молочний смак, вологість 75–78 %. Цю суміш додають в опару замість мезофільної молочнокислої закваски в кількості 6–8 % до маси борошна, що переробляється.

Відомий спосіб ферментативної обробки бракованого і черствого хліба, який дозволяє отримати з нього ферментативні високооцукрені або мальтозні напівфабрикати. Цей спосіб передбачає розмочування, гомогенізацію, клейстеризацію та наступний ферментативний гідроліз хліба. Така обробка приводить до накопичення поживних речовин. Гідролізати доцільно додавати разом із заквашеною заваркою у процесі приготування рідких дріжджів, мезофільних заквасок, при активації пресованих або сушених дріжджів.

Контрольні питання до розділу 6

1. Як класифікуються способи приготування тіста з пшеничного борошна?
2. Які способи розпушення тіста застосовуються?
3. За якими схемами готують рідкі дріжджі? У чому сутність цих схем?
4. Які види пшеничних заквасок застосовуються? За якою технологією їх готують?
5. Внаслідок яких процесів утворюється тісто в результаті замішування?
6. Яку роль відіграють складові борошна під час дозрівання тіста?
7. Охарактеризуйте способи приготування тіста на густих опарах.
8. Як готують рідкі опари? Охарактеризуйте біохімічні та мікробіологічні процеси, що відбуваються під час дозрівання рідких опар.
9. Які переваги і недоліки способу приготування тіста на диспергованій фазі у порівнянні з опарним способом?
10. У чому полягає сутність приготування тіста безопарним способом?
11. Які прискорені способи приготування тіста застосовуються та які технологічні заходи лежать в їх основі?
12. Охарактеризуйте нетрадиційні способи приготування тіста з використанням напівфабрикатів з цілого зерна та сухих сумішей.
13. Які особливості приготування пшеничного тіста за інтенсивною (холодною) технологією?
14. Охарактеризуйте особливості мікрофлори житніх заквасок.
15. Які види заквасок застосовуються в разі приготування тіста з житнього борошна? Як готують густі закваски?
16. Охарактеризуйте способи приготування тіста на рідких заквасках.
17. У чому сутність прискорених способів приготування тіста з житнього і житньо-пшеничного борошна?
18. Дайте порівняльну характеристику способам приготування тіста з житнього і житньо-пшеничного борошна.
19. У чому полягає сутність технології заварних видів хліба?
20. За якими показниками визначається готовність тіста?

Розділ 7

ОБРОБЛЕННЯ ТІСТА

Метою оброблення тіста є виготовлення тістових заготовок певної маси і форми, а також розпушення їх перед посадкою у піч. Оброблення тіста включає такі технологічні операції: поділ тіста на шматки, їх округлення, попереднє вистоювання, формування тістових заготовок і остаточне вистоювання. Заготовки для деяких виробів після остаточного вистоювання нарізають (батони, паляниця українська), наколюють (булка черкізівська) або змащують яечним мастилом (здобні вироби). Залежно від виду виробів оброблення передбачає всі зазначені операції або частину з них. Так, при виробництві масових сортів хліба з пшеничного і житнього борошна попереднє вистоювання не передбачається, тоді як при виробництві більшості видів здобних виробів ця операція обов'язкова. При виготовленні пшеничного подового хліба передбачається округлення шматків тіста.

Механічна обробка пшеничного тіста під час поділу, округлення, надання заготовці певної форми позитивно впливає на його структурно-механічні властивості. Внаслідок подрібнення пор під час механічної обробки утворюється рівномірна мікропориста структура. Вона, а також тонка плівка, що утворюється на заготовці при обробленні, добре утримують газоподібні сполуки на наступних етапах технологічного процесу, сприяють одержанню хліба з гарним об'ємом, світлішою м'якушкою, тонкостінною, рівномірною пористістю.

Житнє тісто має значно більшу, ніж пшеничне, вологість, високі адгезійні властивості, тому його інтенсивній механічній обробці під час оброблення не піддають. Оброблення житнього тіста для подового хліба охоплює лише поділ його на шматки, іноді — легке округлення цих шматків стрічковим тістоокруглювачем і остаточне вистоювання. Остаточної форми шматки тіста для подових видів набувають під час вистоювання у касетах.

При виробництві формових видів хліба як з житнього, так і з пшеничного тіста, оброблення включає лише такі операції, як поділ тіста на шматки, завантаження їх у форми і остаточне вистоювання.

Оброблення тіста здійснюється на спеціальному обладнанні — тісто-подільних, тістоокруглювальних, тістоформуючих машинах, стрічкових транспортерах, у шафах для попереднього та остаточного вистоювання. У пекарнях малої потужності ці стадії здійснюються здебільшого вручну. Щоб запобігти прилипанню тістових заготовок до органів машин, що використовуються для оброблення тіста, їх покривають антиадгезійними полімерними матеріалами, посипають борошном або застосовують обдування тістових заготовок повітрям.

Металеві листи, на яких відбувається вистоювання, і хлібні форми обробляють антиадгезійними матеріалами або змащують олією.

При застосуванні підсипки борошном посипають поверхні на всіх ділянках оброблення і вистоювання. На цю операцію витрачається 1–2 % всієї маси борошна.

У разі обдування тістових заготовок повітрям його подають до машин з температурою 28–30 °С і відносною вологістю 40–44 % по трубопроводах за допомогою вентилятора низького тиску. Повітря забирають з верхньої частини цеху. Внаслідок обдування на поверхні тістових заготовок утворюється тонка плівка, яка і запобігає прилипанню до поверхні робочих органів. Витрати повітря становлять від 260 (до тістоподільної машини) до 1000 м³/год (до закатної машини). Кількість повітря, що подається на обдування тістових заготовок, і його температуру регулюють з тим, щоб запобігти утворенню на заготовці надмірно товстої плівки. При наявності такої в разі збільшення об'єму заготовок у вистойці їх поверхня буде розтріскуватись.

7.1. Поділ тіста на шматки

Поділ тіста на шматки має забезпечити одержання тістових заготовок з масою, яка з урахуванням затрат на наступних етапах технологічного процесу (випікання, охолодження і зберігання) дозволить одержати готові вироби заданої маси.

Поділ тіста здійснюють механічним способом на тістоподільних машинах або вручну.

У виробництві використовують тістоподільники різної конструкції. Всі вони ділять тісто на шматки за об'ємним принципом і відрізняються один від одного за способом нагнітання тіста і відмірювання об'єму. На хлібопекарських підприємствах найбільш поширені тістоподільники, що мають головки з однією або кількома мірними камерами з поршнями. Залежно від положення поршня змінюється об'єм робочої частини камери. При зміні об'єму камери змінюється і об'єм шматка тіста.

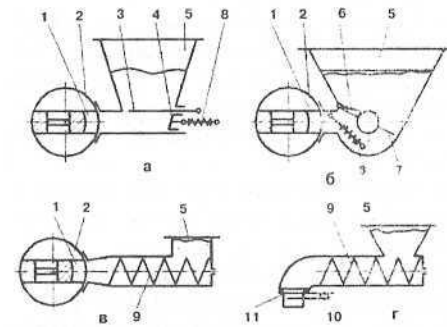


Рис. 7.1. Функціональні схеми тістоподільних машин: **а** — з поршневим нагнітачем і подільною головкою; **б** — з лопатевим нагнітачем і подільною головкою; **в** — зі шнековим нагнітачем і подільною головкою; **г** — зі шнековим нагнітачем без подільної головки; **1** — мірна камера; **2** — подільна головка; **3** — заслінка; **4** — нагнітальний поршень; **5** — приймальна лійка; **6** — відсікаюча заслінка; **7** — нагнітальна лопать; **8** — стабілізатор тиску; **9** — нагнітальний шнек; **10** — відсікаючий ніж; **11** — мундштук

Застосовуються тістоподільники з поршневим, лопатевим або шнековим нагнітачем і подільною головкою, а також тістоподільники із шнековим нагнітачем, в яких шматки тіста певної довжини відсікаються ножом при виході його з мундштука машини (рис. 7.1).

Регулюючи довжину шматка, одержують заготовки різної маси.

При виробництві дрібноштучних булочних і здобних виробів іноді застосовують тістоподільники, які штамнують із тіста однакові шматки певної маси.

Принцип дії тістоподільників з мірними камерами такий. Виброджене тісто надходить у приймальну лійку тістоподільника, звідти — у робочу камеру, з якої поршневим, лопатевим, шнековим або іншої дії нагнітачем тісто спочатку стис-

кується у робочій камері, потім подається в мірні камери подільної головки, робочий об'єм яких регулюється залежно від того, якої маси заготовку необхідно отримати. Шматки тіста відміреного об'єму при русі поршня вперед виштовхуються з мірної камери на транспортер.

Для забезпечення точності поділу необхідно підтримувати постійний рівень тіста у лійці. Це забезпечується за допомогою шибера у нижній частині тістоспуску або електронних датчиків. На точність поділу впливає густина тіста, тому не можна допускати порушення вологості та перебродження тіста.

У промисловості для поділу пшеничного тіста найбільш розповсюджені тістоподільники з поршневим нагнітачем і подільною головкою марок А2-ХТ-2Н, РЗ-ХДП, Ш25-ХДА, РМК та інші; з лопатевим нагнітачем і подільною головкою — А2-ХТН та інші.

Для поділу пшеничного тіста при виробництві дрібноштучних виробів застосовують тістоподільники РЗ-ХДП, Ш25-ХДН, А2-ХПО/5 та інші. Для поділу житнього і житньо-пшеничного тіста застосовують тістоподільники зі шнековим нагнітачем і поворотною головкою марок ХДФ-2М, «Кузбас-2М-1», «Кузбас-2М-2» та інші. При виробництві формового хліба з використанням вистійно-пічних агрегатів застосовують подільно-посадочні автомати ДПА, РЗ-ХД2У та інші.

Основним показником якості роботи тістоподільників є точність маси тістових заготовок. За паспортними даними на діючі тістоподільники, відхилення від заданої маси шматки тіста не повинно перевищувати $\pm 2,5\%$.

Як уже відзначалося раніше, маса шматка тіста встановлюється, виходячи з маси готового виробу з урахуванням зменшення його маси під час випікання (упікання) і зменшення маси готового хліба при охолодженні та зберіганні (усихання), а також точності роботи тістоподільника. Масу тістової заготовки (G_{13}) визначають за формулою

$$G_{13} = \frac{G_x \cdot 100 \cdot 100}{(100 - g_{\text{уп}})(100 - g_{\text{ус}})} \pm \Delta g_{\text{м3}}$$

де G_x — задана маса хліба, кг; $g_{\text{уп}}$ — затрати на упікання, % до маси тіста; $g_{\text{ус}}$ — затрати на усихання при остиганні і зберіганні, % до маси гарячого хліба; ($\Delta g_{\text{м3}}$ — середнє відхилення в масі тістової заготовки при поділі, кг, або

$$G_{13} = G_x + Z_{\text{уп}} + Z_{\text{ус}} \pm \Delta g_{\text{м3}}$$

де $Z_{\text{уп}}$ — зменшення маси тістової заготовки при випіканні, кг; $Z_{\text{ус}}$ — зменшення маси гарячого хліба при остиганні та зберіганні, кг.

Величину затрат на упікання і усихання визначають для кожного виробу за допомогою пробної випічки.

У середньому маса тістової заготовки буває на 10–12 % більшою за масу охолодженого виробу. За існуючими нормативами, відхилення маси десяти односточно зважених готових виробів не має перевищувати 2,5 % нормативної маси, а одного виробу — 3 %. Тому при розрахунку необхідної маси тістової заготовки треба брати до уваги не лише відхилення в роботі тістоподільника, а й нерівномірність упікання по довжині колиски або ширині поду печі, різне усихання його при зберіганні на вагонетках.

Зважаючи на ці фактори, тістоподільна машина має забезпечити вищу точність поділу, ніж допустимі відхилення для готової продукції, тобто не більше $\pm 1-1,5\%$.

Перевірку точності роботи тістоподільника здійснюють методом вибіркового контролю. Періодично зважують тістові заготовки на вагах, встановлених біля тістоподільника.

При ручному поділі тіста його спочатку формують у довгий циліндричний джгут, товщина якого залежить від маси готових виробів. Від готового джгута відрізають шматки однакової довжини і за допомогою вагів забезпечують необхідну масу кожного шматка.

Для того, щоб за час розробки суттєво не погіршились структурно-механічні властивості тіста, необхідно, щоб її тривалість з однієї діжі не перевищувала 30–40 хв, а при переробленні слабкого борошна — 20–30 хв.

Точність поділу тіста має не лише технологічне, а й економічне значення. Під час підрахунку витрат борошна на виготовлення штучних виробів враховують не фактичну масу кожного виробу, а передбачену стандартом. Тому при перевищенні стандартної маси відбудуться перевитрати борошна. У випадку, коли маса виробів буде нижчою стандартної більше, ніж на 2,5 %, — вироби вважаються браком за масою.

7.2. Округлення тістових заготовок

Під час технологічної операції округлення шматки тіста набувають круглої форми. Внаслідок пружно-еластичного і пластичного характеру деформації тістової заготовки при округленні в ній відбувається рівномірне розподілення і часткове видалення диоксиду вуглецю, змінюються фізико-механічні властивості її структури. Поверхневий шар заготовки ущільнюється, зменшується його газопроникливість. На тістовій заготовці утворюється тонка поверхнева плівка. Ця плівка сприяє підвищенню газоутримувальної здатності тіста під час остаточного вистоювання, покращанню об'єму і пористості виробів.

При виробництві круглих подових виробів округлення є способом формування заготовки. Після цієї операції тістові заготовки надходять на остаточне вистоювання.

При виробництві багатьох видів булочних і здобних виробів (батони, рогалики, плетінки) ця операція є проміжною, після неї тістові заготовки подаються на попереднє вистоювання, потім на формування.

Операція округлення виконується на тістоокруглювальних машинах з несучим органом, що обертається, і нерухомою поверхнею тертя. Це циліндричні, парасолькоподібні або чашоподібні машини з нерухомою спіраллю. Використовуються також машини з несучим органом, що рухається прямолинійно, і нерухомою або рухомою

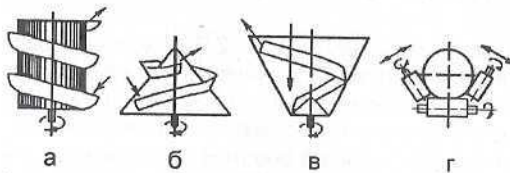


Рис. 7.2. Принципові схеми тістоокруглювальних машин: а — з циліндричною поверхнею; б — з парасолькоподібною поверхнею; в — з чашоподібною поверхнею; г — з плоскою поверхнею

поверхнею тертя, а також з плоско-паралельним рухом несучого і формуючого органів, рис. 7.2. У промисловості для округлення шматків пшеничного тіста застосовують здебільшого тістоокруглювачі, що мають форму конусоподібною чаші, які обертаються навколо своєї осі, з внутрішньою формувальною

спіраллю (марки ХТО, Т1-ХТН). Шматки тіста потрапляють на дно чаші й у процесі складного руху вверх по спіралі набувають круглої форми, рис. 7.3а. Останнім часом набувають поширення машини з парасолькоподібною поверхнею тертя, рис. 7.3б.

На якість округлення впливає вологість тіста, відрегульованість зазору між конічною чашею і спіраллю. При великому зазорі від тістової заготовки відщеплюються шматочки тіста, маса її зменшується. Тісто з підвищеною вологістю липне до робочих органів машини.

На деяких підприємствах для покращання механічної обробки тіста встановлюють два тістоокруглювачі.

Житнє тісто має вищу, ніж пшеничне, вологість, підвищену адгезію і в'язкість, тому при його розробці операція округлення не проводиться або для її виконання використовують округлювачі з горизонтальним стрічковим і двома похилими транспортерами. Завдяки переміщенню транспортерів у різних напрямках і з різною швидкістю досягається формування заготовки. Цей округлювач піддає заготовки легкій механічній обробці, після якої вони мають не зовсім сферичну форму. Пізніше, при вистоюванні у касетах тістові заготовки приймають правильну форму.

Частіше заготовки для житнього і житньо-пшеничного хліба круглої форми після поділу укладають у круглі касети на коликсах шафи для вистоювання.

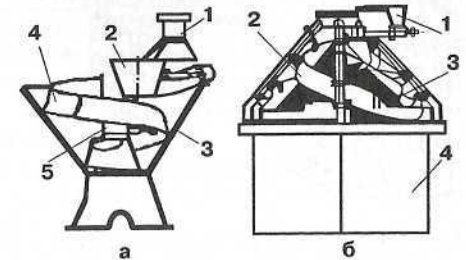


Рис. 7.3. Тістоокруглювальні машини: а — з конічною внутрішньою несучою частиною (1 — насадки для подачі повітря, 2 — завантажувальна лійка, 3 — конічна чаша, 4 — формуюча спіраль, 5 — нерухома вертикальна вісь); б — з конічною зовнішньою несучою частиною (1 — борошнопосипач, 2 — формуюча спіраль, 3 — несучий конус з рифленою поверхнею, 4 — станина з пристроєм для обдування спіралі і конуса теплим повітрям)

7.3. Попереднє вистоювання

Попереднє вистоювання передбачається лише для тістових заготовок із сортового борошна після округлення перед наданням їм остаточної форми. Його застосовують при виробництві деяких булочних і здобних виробів. Метою цієї операції є зняття внутрішніх напружень у заготовці, що утворилися під час поділу та округлення, відновлення структури клейковинного каркасу. Тривалість його — 3–12 хв.

У процесі попереднього вистоювання внаслідок явища релаксації у заготовці розсмоктовуються напруження, зруйновані ланцюги структури частково повновлюються (явище тиксотропії), покращується її структура, дещо збільшується об'єм. На цій стадії технологічного процесу бродіння немає практичного значення, тому не підтримуються певні технологічні параметри: температура і відносна вологість повітря.

Попереднє вистоювання може проводитись під час переміщення тістової заготовки від однієї машини до іншої на спеціально влаштованому однорядному чи багаторядному стрічковому транспортері або ківшовому конвеєрі, рідше — у спеціальних конвеєрних шафах, а при ручному обробленні тіста — на столах або стелажах, рис. 7.4.

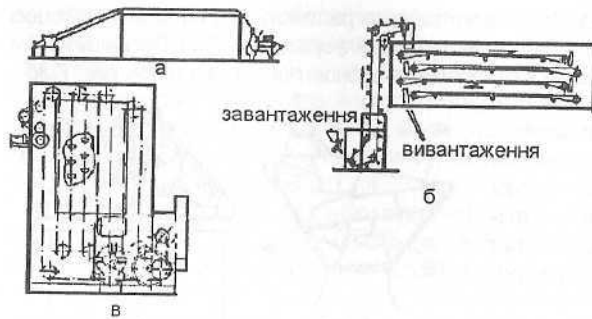


Рис. 7.4. Обладнання для попереднього вистоювання тістових заготовок: а — однорядний транспортер; б — шафа з багаторядним транспортером; в — шафа з колісками для попереднього вистоювання тістових заготовок

7.4. Надання тістовим заготовкам необхідної форми

Метою операції формування тістових заготовок є надання їм форми, передбаченої нормативною документацією для даного виробу. Спосіб надання заготовці певної форми залежить від виду виробів.

Так, формування заготовок для виробів круглої форми з пшеничного сортового борошна здійснюється тістоокруглювачами. Заготовки для хліба круглої форми з житнього і житньо-пшеничного борошна набувають необхідної форми під час вистоювання в круглих касетах.

Заготовки для батонів, батоноподібних виробів, плетінок формуються тістозакатними машинами. Ця операція для виробів із пшеничних сортів борошна виконується після округлення шматків тіста і бажано після їх попереднього вистоювання. Тістозакатні машини надають заготовкам циліндричної або сигароподібної форми.

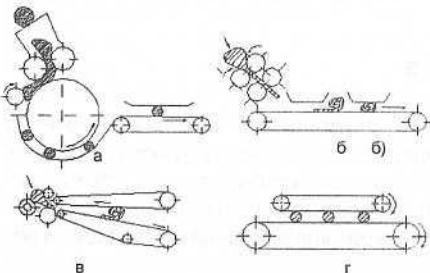


Рис. 7.5. Функціональні схеми тістозакатних машин: а, б, в — для формування пшеничного тіста; г — для формування житнього тіста

Заготовки для батонів, батоноподібних виробів, плетінок формуються тістозакатними машинами. Ця операція для виробів із пшеничних сортів борошна виконується після округлення шматків тіста і бажано після їх попереднього вистоювання. Тістозакатні машини надають заготовкам циліндричної або сигароподібної форми.

Для формування тістових заготовок з пшеничного тіста застосовують барабанні або стрічкові з розкочувальними валками тістозакатні машини. На тістозакатних машинах барабанного типу заготовка спочатку розкочується однією парою валків у млинець товщиною до 11 мм, потім завивальним валком і закатним барабаном скручується у рулон, далі вона проходить між стрічковим конвеєром і нерухомою плитою, набуває форми циліндра, рис. 7.5а.

При застосуванні стрічкової тістозакатної машини з розкочувальними валками тістова заготовка розкочується в млинець товщиною 6–8 мм. Далі розкочена заготовка згортається в рулон спеціальним пристроєм над стрічковим транспортером, потім прокочується під формувальною плитою, рис. 7.5б або між плоскими поверхнями двох транспортерів, що рухаються в різних напрямках. Після такої обробки заготовка набуває циліндричної або сигароподібної форми, рис. 7.5в.

Відкриті стрічкові транспортери встановлюють здебільшого під перекриттям цеху, де найбільш сприятливі для вистоювання температура і відносна вологість.

Незначне підсихання поверхні заготовки під час вистоювання сприяє кращому проходженню операції надання їй остаточної форми.

Під час операції формування у тістовій заготовці рівномірно розподіляються газоподібні складові, що покращує структуру пористості виробів. Заготовка добре утримує надану їй форму під час вистоювання і випікання.

Для батоноподібних видів житнього і житньо-пшеничного хліба тістові заготовки формуються стрічковими тістозакатними машинами без розкочувальних валків. У цих машинах формувальними органами є два транспортери, що рухаються з різною швидкістю в різні сторони (рис. 7.5г). Шматок тіста під час проходження крізь зазор між верхнім і нижнім транспортерами (нижній має більшу швидкість) набуває циліндричної форми.

У промисловості для формування батоноподібних заготовок з пшеничного тіста найчастіше застосовуються тістозакатні машини барабанного типу марки МЗЛ-51 і стрічкові марки Т1-ХТ2-3 або ІВ-ХТ3.

У тістозакатній машині Т1-ХТ2-3 тістова заготовка спочатку розкочується у млинець проходженням через дві пари розкочувальних валків, потім скручується в рулон за допомогою закручувальної сітки і прокочується між транспортером і формувальною плитою, рис. 7.6.

При виробництві деяких дрібноштучних виробів, таких, як рогалики, розанчики та інші, остаточна форма тістовим заготовкам надається на спеціальних машинах.

Для більшості видів здобних виробів тістові заготовки формуються вручну.

На якість формування заготовок впливає вологість тіста, а також відрегульованість центрівки шматків тіста на транспортері, зазору між валками тощо. У разі підвищеної вологості тісто залипає. При надмірному зазорі заготовки недостатньо проробляються, що призводить до нерівномірності структури м'якушки, появи в ній порожнин.

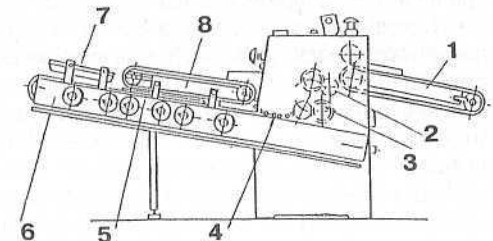


Рис. 7.6. Тістозакатна машина Т1-ХТ2-3: 1 — подаючий транспортер, 2, 3 — розкочуючі валки, 4 — завиваюча решітка, 5 — бокові направляючі для зарівнювання кінців тістових заготовок, 6 — несучий транспортер, 7 — формуюча плита, 8 — закрючуючий транспортер

7.5. Остаточне вистоювання тістових заготовок

Зброджене тісто має капілярно-пористу структуру, в порах якої формуються газоподібні продукти бродіння. При поділі та формуванні тісто майже повністю втрачає диоксид вуглецю, ущільнюється, зменшується в об'ємі.

Перед вистоюванням у тісті залишається 8–14 % диоксиду вуглецю, що накопичився під час його дозрівання, а в процесі вистоювання утворюється 86–92 % всієї його кількості, що міститься в тістовій заготовці при посадці її в піч. Тобто основна кількість диоксиду вуглецю, яка обумовлює розпушеність м'якушки виробів, їх об'єм утворюється саме під час остаточного вистоювання.

Основною метою остаточного вистоювання є відновлення частково зруйнованої при формуванні структури тіста, інтенсивне бродіння з метою максимального розпушення тістової заготовки, збільшення її в об'ємі. При остаточному вистоюванні необхідно створювати оптимальні умови для життєдіяльності мікроф-

лори тіста, а також для підтримання еластичності поверхні, що й обумовлює збільшення об'єму тістової заготовки. У процесі вистоювання об'єм заготовки збільшується в 1,5–1,7 рази, поверхня стає гладенькою.

Оптимальними умовами для остаточного вистоювання є температура повітря в шафі для вистоювання 35–40 °С і відносна вологість — 75–85 %. Підвищена температура повітря прискорює процес бродіння у тістових заготовках, а підвищена вологість запобігає утворенню на їх поверхні підсохлої плівки. В разі утворення на поверхні заготовки такої плівки при подальшому бродінні тіста в перші хвилини випічки внаслідок збільшення її об'єму на поверхні хліба виникають тріщини і підриви. Більш низькі за оптимальні температура і вологість затримують процес вистоювання. Але підтримувати відносну вологість вище 85 % не слід, бо при цьому тістові заготовки будуть прилипати до касет колісок або дощок для вистоювання, а поверхня заготовок надмірно зволожується. В разі вистоювання тістових заготовок на дошках або листах вони дещо розпливаються.

Тривалість вистоювання тістових заготовок становить від 20 до 120 хв залежно від виду виробів, їх маси, рецептури, умов вистоювання, якості борошна тощо. Вона збільшується при переробленні сильного борошна, а також якщо тісто має знижену вологість і температуру, містить значну кількість цукру і жиру, при низькій температурі та відносній вологості повітря у вистойці.

Тістові заготовки, до яких застосовувалась посилена механічна обробка, потребують подовженого на 3–5 хв вистоювання. В такій же мірі затримують вистоювання окислювачі. Заготовки із здобного тіста вистоюються 50–90 хв, а з булочного — 35...50 хв. Тісто з більшою вологістю, гарно виброджене, вистоюється швидше, ніж міцне, недозріле. Заготовки малою масою вистоюються довше, тому що швидко охолоджуються. Для заготовок у формах необхідне триваліше вистоювання, ніж для подового хліба, внаслідок того, що стінки форм затримують піднімання тіста. Заготовки з житнього тіста вистоюються швидше, ніж з пшеничного, внаслідок більшої газоутворювальної та меншої газоутримувальної здатності житнього борошна.

У разі прискорених способів приготування тіста іноді вистоювання є основною фазою, в якій відбувається розпушення тіста. Тривалість вистоювання обумовлюється технологічною інструкцією на виготовлення того чи іншого виробу.

При недостатньому вистоюванні вироби мають кулясту форму з боковими тріщинами і підривами, нееластичну м'якушку. У формового хліба верхня скоринка дуже випукла, має бокові підриви. Причиною цього є інтенсивне бродіння на початку випікання. Гази, що утворюються в результаті бродіння, розривають скоринку.

При надмірному вистоюванні внаслідок ослаблення клейковинного каркасу під впливом ферментів і кислот тістові заготовки розпливаються, втрачають форму. Подові вироби мають низьке відношення висоти до діаметру. У формового хліба утворюється увігнута верхня скоринка, фігурні вироби втрачають рельєфність.

Готовність тістових заготовок у процесі вистоювання визначають органолептично за їх об'ємом, формою, структурно-механічними властивостями. Об'єм тістових заготовок під кінець вистоювання збільшується на 50–70 % від початкового, поверхня їх стає гладкою. При легкому натискуванні пальцями на поверхню при нормальному вистоюванні сліди вирівнюються повільно, при недостатньому — швидко, при надмірному — не зникають.

Остаточне вистоювання проводять у конвеєрних шафах, на вистійних вагонетках або в спеціальних камерах. Тривалість вистоювання у конвеєрних шафах

регулюється зміною швидкості руху конвеєра і кількості завантажених колісок.

На підприємствах, обладнаних тістоподільними поточними лініями, остаточне вистоювання відбувається у конвеєрних шафах різних марок, в яких створюються оптимальні температурні та вологісні умови.

На підприємствах з тунельними печами найбільше поширення знайшли конвеєрні шафи вистою марок Т1-ХРЗ, Т1-ХР-2А, Т1-ХР-2Г, РШВ та інші.

Шафа вистою Т1-ХРЗ використовується при виробництві круглого подового хліба масою 0,8–1,0 кг. Випускається вона у варіантах з 80, 120 або 140 колісками, встановлюється з тунельними печами площею поду 25, 40 і 50 м², обладнана механізмами для завантаження і розвантаження тістових заготовок з колісок на під печі.

Шафа вистою Т1-ХР-2А призначена для вистоювання широкого асортименту тістових заготовок. Ця шафа використовується на лініях з тунельними печами, що мають площу поду 16, 25 або 40 м², а також з тупиковими (колісковими) печами. Вона виготовляється з 80, 120 або 140 колісками, які мають двоповерхову конструкцію, що передбачає ручне завантаження і розвантаження. Подові тістові заготовки розміщуються на листах. Ця шафа може бути використана також при виробництві формового хліба. У цьому випадку верхню полицю коліски знімають.

Шафа Т1-ХР-2Г використовується на лініях з тупиковими колісковими печами. Випускається з 30 або 48 колісками. У першому варіанті використовується для вистоювання формового, круглого подового хліба або батоноподібних виробів. У варіанті з 48 колісками — для дрібноштучних здобних і бараночних виробів.

Шафи марки РШВ використовують для вистоювання батоноподібних виробів на поточних лініях з тунельними печами. Шафа поставляється з роторно-стрічковим посадником тістових заготовок у коліски і стрічковим пересадником заготовок на під печі.

На підприємствах малої потужності з ротаційними печами використовуються *малогабаритні шафи вистою Г4-ПКС-1*. Шафа розрахована на розміщення двох вагонеток з тістовими заготовками. Після закінчення вистоювання ці вагонетки подаються у пекарню камеру печі. Зволоження повітря у шафі проводиться за допомогою парогенератора або шляхом розташування в шафі лотків із водою.

Перед посадкою в піч поверхню тістових заготовок залежно від виду виробів оздоблюють. Оздоблення здійснюється згідно з технологічними інструкціями на кожен вид виробу.

Надрізування заготовок для подових виробів (батони, міська булка, паляниця) проводять вручну тонким ножом, змоченим водою. На комплексно-механізованих лініях надрізування батонів механізоване. Глибина надрізу залежить від сили борошна. Заготовки з сильного борошна надрізають глибоше.

Деякі вироби оздоблюють нанесенням малюнка штампом. Оздоблюють також нанесенням на поверхню тістової заготовки сировини (цукру, кмину, маку тощо) або оздоблювального напівфабрикату. Заготовки для багатьох видів здобних виробів змащують яечним мастилом (яйця — 80, вода — 20 %) або крохмальним клейстером. Поверхню тістових заготовок для масових сортів хліба зволожують водою, шляхом обприскування.

У виробництві формових сортів хліба застосовують вистійно-пічні агрегати із загальним конвеєром. У цих агрегатах тістові заготовки механічно переходять із зони вистоювання у зону випікання. Тривалість вистоювання регулюється

спеціальною кареткою, за допомогою якої змінюють кількість колісок, завантажених заготовками, і порожніх, що повертаються з печі.

7.6. Оброблення тіста для заморожених напівфабрикатів булочних і здобних виробів

Тісто для заморожених напівфабрикатів одразу після замішування або після короточасного бродіння протягом 20–30 хв ділять на шматки заданої маси. Одержані шматки тіста округлюють і надають певної форми на відповідному обладнанні або ручним формуванням. Сформовані тістові заготовки укладають на листи або в касети, які розміщуються в контейнерах. Завантажені контейнери направляють у камери для глибокого заморожування при температурі мінус 25–35 °С. Тривалість заморожування становить 60–120 хв.

Заморожені тістові заготовки укладають шарами в коробки або ящики, призначені для харчових продуктів. Кожен шар перекладають пергаментом, підпергаментом або поліетиленовою плівкою.

Упаковані заморожені тістові заготовки зберігають у морозильних камерах при постійній температурі мінус 18–20 °С. Зберігання заморожених тістових заготовок може здійснюватись на підприємстві виробника чи у споживача. У споживача заморожені заготовки можуть зберігатись при температурі мінус 10–18 °С. Тривалість їх зберігання при температурі мінус 10–15 °С — не більше 9 діб, при температурі мінус 16–18 °С — не більше 18 діб. Перед випіканням заморожені напівфабрикати розкладають на листи і розморожують в умовах цеху 40–100 хв або у спеціальних камерах. У камерах для розмороження (дефростації) підтримується температура 18–22 °С. Тривалість розмороження залежить від маси тістової заготовки і становить для виробів масою 0,05–0,08 кг — 1–1,5 год; при масі 0,10–0,15 кг — 1,5–2,0 год; при масі 0,15–0,20 кг — 2,0–3,0 год.

Після розмороження тістові заготовки розміщують у шафі чи камері для остаточного вистоювання. Температура вистоювання тістових заготовок з пшеничного борошна 38–40, з житнього і житньо-пшеничного — 34–36 °С при відносній вологості 75 %. Після остаточного вистоювання тістові заготовки направляють на випікання.

Для виготовлення виробів із заморожених напівфабрикатів у магазині, кафе чи їдальні необхідно мати електропіч, камеру дефростації (розморожування) і вистоювання тістових заготовок, контейнери або візки з листами, холодильну низькотемпературну камеру.

7.7. Комплексно-механізовані лінії для оброблення тіста

На хлібозаводах оброблення тіста здійснюють на комплексно-механізованих лініях. До складу таких ліній входять тістоподільники, тістоокруглювачі, транспортери або конвеєри попереднього вистоювання, тістозакатні машини, конвеєрні шафи для остаточного вистоювання з механізмами для укладання заготовок у шафу і пересаджування їх на під або люльки конвеєрних печей.

Посадочні механізми розподіляють однорядний потік тістових заготовок і укладають заготовки в коліски шафи для вистоювання, звідки вони пересаджу-

ються безпосередньо на під печі або на проміжний механізм, який потім пересаджує їх на під печі.

Ці лінії компонується обладнанням залежно від технологічних операцій, які необхідно виконати при обробленні тіста і для одержання заданого виду виробів. Їх ділять на лінії для виробництва подових виробів і лінії для виробництва формових виробів.

Оброблення тіста для подового хліба круглої форми включає наступні операції: поділ тіста на шматки заданої маси, округлення цих шматків тіста, остаточне вистоювання.

При обробленні тіста для подового хліба з пшеничного борошна ці операції виконуються на комплексно-механізованих або на механізованих лініях, які складаються з тістоподільника, чашоподібного тістоокруглювача, посадчика тістових заготовок у коліски шафи для вистоювання, а також механізму для пересадки їх після вистоювання на коліски печі, рис. 7.7 і 7.8.

До складу комплексно-механізованих ліній по виробництву подового хліба з житнього і житньо-пшеничного тіста входить замість чашоподібного тістоокруглювача стрічковий транспортер у формі жолоба, який забезпечує легке округлення тістових заготовок.

Оброблення тіста для формового хліба передбачає поділ його на шматки заданої маси і укладання шматків тіста у форми. Форми використовуються алюмінієві литі або штамповані, а також сталеві багатощовні.

До складу комплексно-механізованих ліній для виготовлення формового хліба входить тістоподільник, посадчик або тістоподільник-укладальник тістових заготовок у шафу для вистоювання; шафа для вистоювання чи вистійно-пічний агрегат на базі тупикових печей, рис. 7.9.

Щоб запобігти прилипанню тіста під час вистоювання, хлібопекарські фор-

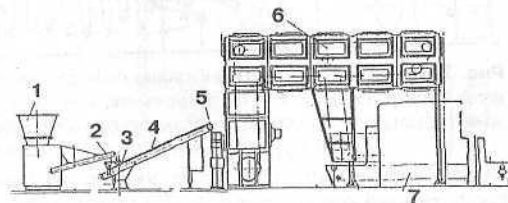


Рис. 7.7. Комплексно-механізована лінія для виробництва круглого подового хліба в тунельних печах: 1 — тістоподільник А2-ХТН, 2, 4 — транспортери, 3 — тістоокруглювач Т1-ХТН, 5 — укладальник тістових заготовок, 6 — шафа для вистоювання Т1-ХРЗ-80, 7 — піч тунельна

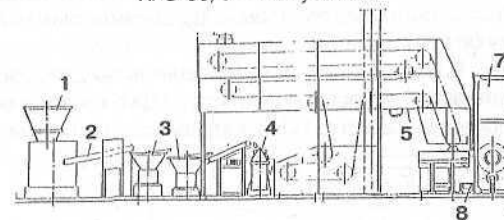


Рис. 7.8. Комплексно-механізована лінія для виробництва круглого подового хліба в тупикових печах: 1 — тістоподільник, 2 — транспортери, 3 — округлювачі, 4 — посадчик тістових заготовок у вистійну шафу, 5 — шафа для вистоювання Т1-ХРЕ-60, 6 — посадник у піч, 7 — піч ФТЛ-2, 8 — транспортер для хліба

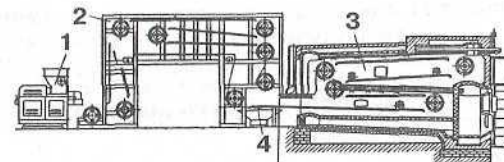


Рис. 7.9. Комплексно-механізована лінія з вистійно-пічним агрегатом ХПА-40: 1 — тістоподільник-укладальник ШЗЗ-ХДЗ-У, 2 — шафа вистоювання, 3 — піч ХПА-40, 4 — механізм вистоювання хліба з форм

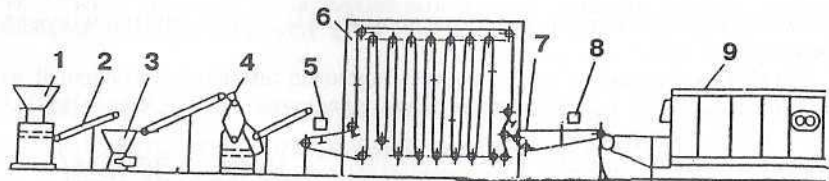


Рис. 7.10. Комплексно-механізована лінія для виробництва батоноподібних виробів з шафою вистою РШВ: 1 — тістоподільник, 2 — транспортер, 3 — округлювач, 4 — тістозакатна машина, 5 — посадчик у шафу, 6 — шафа вистою РШВ, 7 — конвеєр для пере-садки заготовок на під піч, 8 — надрізкач заготовок, 9 — піч

ми змащують олією або жиро-водною емульсією (вода 75–78, олія — 15–20, фосфатидний концентрат — 5–7 %).

Форми змащують вручну або через форсунку автоматичного розпилювального мастильника. З часом від змащування на формах утворюється нагар, який погіршує прогрівання, приводить до деформації виробів, подовжує тривалість випічки, тому їх необхідно через кожні 3–4 місяці замінювати на очищені.

Останнім часом у промисловості широко використовується покриття форм полімерними матеріалами, що дає можливість використовувати їх протягом року без змащування.

На комплексно-механізованих лініях для оброблення булочних виробів виконуються такі операції: поділ тіста на шматки заданої маси, округлення шматків тіста, попереднє вистоювання, надання округленим шматкам тіста заданої форми, остаточне вистоювання.

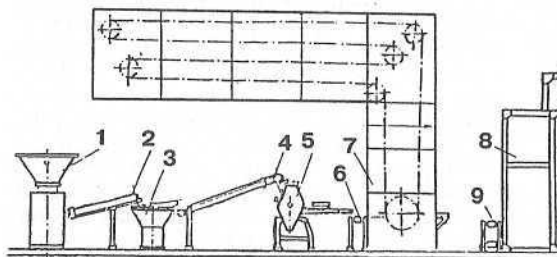


Рис. 7.11. Механізована лінія для виробництва батонів і міських булок у тупикових печах: 1 — тістоподільник, 2 і 4 — транспортери, 3 — округлювач, 5 — тістозакатна машина, 6 — посадчик у шафу, 7 — шафа для вистою, 8 — піч ФТЛ-2, 9 — транспортер для хліба

На комплексно-механізованих лініях обробляється тісто для батонів і батоноподібних виробів, деяких видів булочних виробів. До складу таких ліній входять: тістоподільник А2-ХТН, тістоокруглювач Т1-ХТН або іншої марки; транспортер або спеціальна шафа для попереднього вистоювання, тістозакатна машина Т1-ХТ-2-3 або інша,

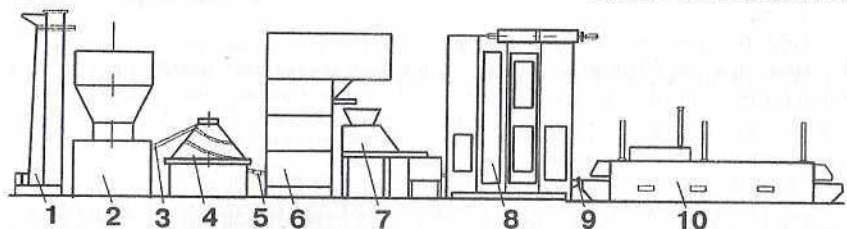


Рис. 7.12. Лінія «Гостол» для виробництва батонів і булочних виробів: 1 — джеперекідач, 2 — тістоподільник, 3 — транспортер стрічковий, 4 — тістоокруглювач, 5 — посадчик тістових заготовок, 6 — шафа попереднього вистоювання, 7 — формувальна машина, 8 — шафа остаточного вистоювання, 9 — автоматичний надрізкач тістових заготовок, 10 — піч тунельна

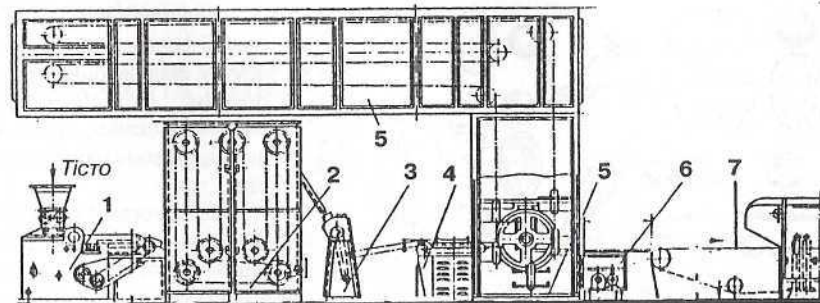


Рис. 7.13. Комплексно-механізована лінія для виробництва рогаликів у тунельній печі: 1 — тістоподільник, 2 — шафа попереднього вистоювання, 3 — машина для формування рогаликів, 4 — посадчик тістових заготовок у шафу, 5 — шафа остаточного вистоювання, 6 — посадчик заготовок у піч, 7 — піч

посадчик тістових заготовок у шафу для вистоювання, шафа для остаточного вистоювання, здебільшого РШВ, піч тупикова або тунельна. Тістові заготовки від машини до машини подаються стрічковими транспортерами, рис. 7.10, 7.11, 7.12. На такій лінії сформовані на тістозакатній машині тістові заготовки, наприклад батони, посадчиком укладаються по шість штук на одну колицку печі.

При відсутності посадчика сформовані тістові заготовки вручну укладають на дошки чи металеві листи, які ставлять на колицку шафи для вистоювання.

При виготовленні плетених виробів тісто ділять тістоподільником на шматки, які пропускають через тістозакатну машину, і з одержаних подовжених джгутів плетуть тістові заготовки для хали, плетінки та інших плетених виробів. Сформовані заготовки укладають на металеві листи, які кладуть на колицку шафи для вистоювання.

Механізовані лінії по обробленню тіста для більшості здобних виробів включають тістоподільник, тістоокруглювач, іноді подільно-округлювальну машину, транспортер, шафу чи стіл для попереднього вистоювання, тістозакатну машину для одержання розплющених тістових заготовок і шафи для вистоювання сформованих тістових заготовок.

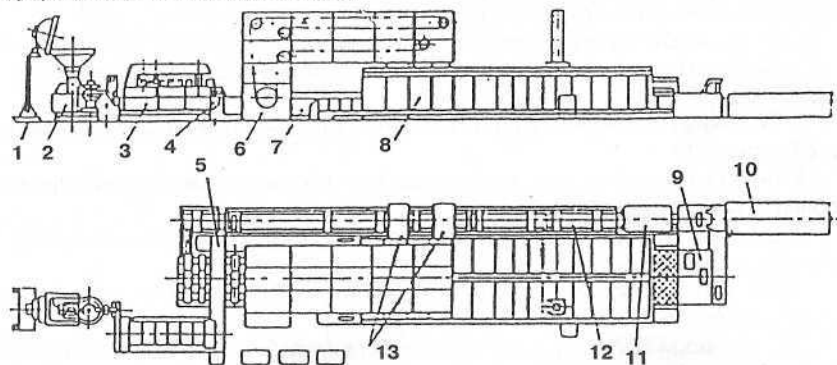


Рис. 7.14. Схема поточної лінії виготовлення дрібноштучних виробів: 1 — джеперекідач, 2 — подільно-округлювальна машина, 3 — агрегат для формування тістових заготовок, 4 — укладальник тістових заготовок на листи, 5 — посадчик листів у шафу для вистоювання, 6 — шафа для вистоювання, 7 — посадчик листів на під печі, 8 — тунельна піч

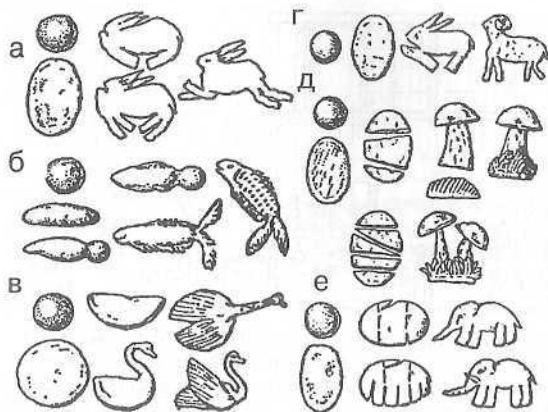


Рис. 7.15. Формування фігурних здобних виробів:
а — заєць; б — риба; в — лебідь; г — баран;
д — гриби; е — слон

рис. 7.13 або інших машинах, рис. 7.14.

У пекарнях малої потужності весь процес оброблення тіста здебільшого виконується вручну. Замішене дозріле тісто порціями вивантажують на стіл, посипають борошном, закручують у джгут. Від цього джгута відрізають шматки рівної маси, округлюють їх, дають відстоятись, після чого вручну надають певної форми, рис. 7.15.

Контрольні питання до розділу 7

1. Які технологічні операції включає стадія оброблення тіста ?
2. Який принцип роботи тістоподільника ? Як здійснюється контроль маси тістових заготовок ? Фактори, що впливають на точність поділу тіста.
3. Мета технологічної операції округлення тіста. Як здійснюється округлення тістових заготовок з житнього і житньо-пшеничного тіста ?
4. Яке призначення попереднього вистоювання ? При виготовленні яких виробів воно проводиться ?
5. Як надається задана форма тістовим заготовкам для різних видів виробів ?
6. Яка мета остаточного вистоювання ? Фактори, що впливають на процес вистоювання.
7. Які операції виконуються при обробленні тіста для подового хліба з пшеничного борошна ?
8. Яке обладнання входить до складу комплексно-механізованих ліній для оброблення тіста на подові вироби ?
9. Особливості оброблення житнього тіста для формового хліба на комплексно-механізованих лініях ?
10. Як здійснюється оброблення тіста для батонів і булочних виробів ?
11. Як обробляється тісто для здобних виробів ?
12. Які заходи здійснюються, щоб запобігти прилипанню тістових заготовок до транспортерів, форм, листів, дощок ?
13. Як може здійснюватись оброблення тіста в умовах пекарні ?
14. Які технологічні операції виконуються при обробленні тіста із заморожених напівфабрикатів ?

Надання заготовкам певної форми проводиться вручну. Для виконання цієї операції застосовуються різні ножі, скалки, щітки, відсаджувальні мішечки тощо.

Сформовані тістові заготовки укладають на змащені листи із зазором 20–30 мм.

Для деяких видів дрібноштучних здобних виробів тістові заготовки формують на спеціальних машинах — рогликовій (А2-ХПО/7, РЗ-ХФР-1М), розанчиківій (Ш2-ХДЕ),

Розділ 8

ВИПІКАННЯ ХЛІБА

Випікання є заключним етапом виготовлення хлібобулочних виробів, під час якого тістова заготовка перетворюється у виріб, придатний для споживання. У процесі випікання остаточно формується об'єм виробів, закріплюється їх форма, утворюються скоринка і м'якушка, забарвлюється поверхня, формується смак і аромат.

Випікання тістових заготовок проводиться у хлібопекарських печах різної конструкції. У промисловості застосовуються печі з тупиковими камерами, в яких розміщені підвішені на ланцюговому конвеєрі колиски з подиками, а також печі з наскрізними (тунельними) пекарними камерами, в яких рухається конвеєр з сітчастим подом.

З розвитком пекарень набули поширення печі ротаційного типу, в пекарній камері яких розміщують вагонетку-етажерку з полицками для тістових заготовок, і електropечі зі стаціонарним подом, рис. 8.1.

Випікання проводиться при стаціонарному або змінному температурному режимі, зі зволоженням пекарної камери чи без нього. У сучасних хлібопекарських печах більшість видів хлібобулочних виробів, окрім виробів, нормативною документацією на які передбачена матова поверхня чи поверхня, змащена яєчним мастилом, випікаються при змінному температурному режимі зі зволоженням пекарної камери.

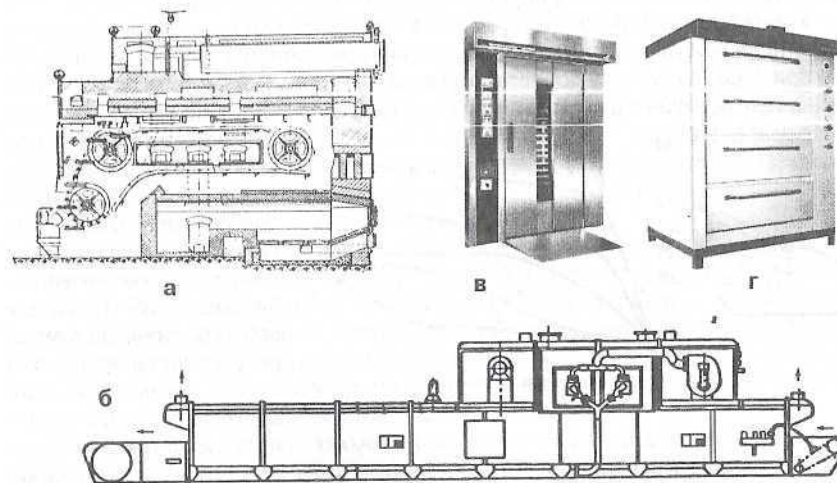


Рис. 8.1. Хлібопекарські печі: а — тупикова піч ФТЛ-2, б — піч ПХС-25,
в — роторна піч Муссон-Ротор-14 супер, г — піч із стаціонарним подом —
ХПЗ 1750/500, 41

8.1. Процеси, що відбуваються у тістовій заготовці під час випікання

Перетворення тістової заготовки у готовий виріб обумовлюють теплофізичні, мікробіологічні, колоїдні, біохімічні, хімічні процеси, що відбуваються у ній під час випікання. В основі всіх процесів лежить прогрівання тістової заготовки в пекарній камері.

Теорія процесів, які відбуваються у тістовій заготовці під час випікання, розроблена А.В.Ликовим, А.С.Гінзбургом, Н.П.Козьміною, а також українськими вченими А.А.Міхелевим, О.Т.Лісовенком, А.О. Корчинським, В.І. Теличкунном та ін.

8.1.1. Теплофізичні процеси у тістовій заготовці під час випікання

Теплообмін у тістовій заготовці. В пекарній камері передача тепла тістовій заготовці відбувається шляхом випромінювання від нагрітих до 300–400 °С стінок і склепіння пекарної камери (80–85 %), решта — конвекцією від пароповітряного середовища пекарної камери, що прогріте до 220–280 °С, а також кондукцією (теплопровідністю) від поду печі, нагрітого до 180–200 °С.

У процесі теплообміну тістових заготовок з гриючими поверхнями печі та пароповітряним середовищем пекарної камери тістова заготовка прогривається не одночасно по всій масі, а поступово від поверхневого шару до центру. По мірі прогрівання безперервно змінюється температура різних шарів тіста, тому процеси, що обумовлюють перетворення тіста в хліб, відбуваються пошарово, — спочатку в зовнішніх, потім у внутрішніх шарах тістової заготовки.

У міру прогрівання кожного окремо взятого шару до певної температури у цьому шарі відбуваються ті процеси, для яких ця температура є оптимальною. Для прикладу, на *рис. 8.2* представлені умовно виділені шари тістової заготовки і зміна температури в цих шарах при її прогріванні.



Рис. 8.2. Умовно виділені шари тістової заготовки (а) і приблизна кінетика температури окремих шарів тістової заготовки при випіканні (б): 1 — поверхневий шар, 2 — шар під поверхневим, 3 — шар, що граничить між скоринкою і мякушкою (зона випаровування), 4 — шар між зоною випаровування і центром тістової заготовки, 5 — центр тістової заготовки

Тістова заготовка, посаджена в нагріту пекарну камеру, починає швидко прогриватись. Оскільки її температура після остаточного вистоювання близька до 35–37 °С, що набагато нижче за температуру середовища пекарної камери, на поверхні заготовки починається конденсація пари з оточуючого пароповітряного середовища.

Під час конденсації пари виділяється прихована теплота пароутво-

рення, яка прискорює прогрівання тістової заготовки. Температура її поверхні швидко досягає 100 °С і підвищується далі (крива 1), процес конденсації пари припиняється, починається випаровування вологи з її поверхні. Поверхневий шар унаслідок випаровування вологи зневоднюється і при температурі 105–115 °С на поверхні тістової заготовки утворюється тонкий шар скоринки. Цей процес відбувається протягом перших 3–5 хв. За цей час температура в центральних шарах тістової заготовки підвищується дуже незначно. Нижня поверхня тістової заготовки прогривається шляхом контакту з гарячим подом печі.

Внаслідок різниці температур пекарної камери, поверхневих і внутрішніх шарів тістової заготовки утворюється температурний градієнт, який обумовлює виникнення теплого потоку, спрямованого від зовнішнього шару заготовки до центру. Під його дією поступово прогриваються шари тіста, що лежать безпосередньо під поверхневим шаром, а від них тепло передається шарам, що лежать нижче. Температура поверхневих шарів послідовно шар за шаром досягає 100 °С, затримується на цій позначці, поки випаровується вода; зневоднюючись, вони послідовно перетворюються в скоринку, після чого температура шару підвищується. Як приклад, зміна температури в такому шарі ілюструється кривою 2. Зневоднення цих шарів відбувається внаслідок низької вологопровідності тіста, оскільки вода в ньому міститься переважно у зв'язаному стані. Тому волога з внутрішніх шарів тістової заготовки до зони випаровування надходить повільніше, ніж відбувається зневоднення в цій зоні, й зона випаровування поглиблюється. Товщина скоринки збільшується. При прогріванні шару тістової заготовки, що лежить нижче скоринки, до 60–70 °С у ньому відбувається коагуляція білків і клейстеризація крохмалю, починається формування м'якушки.

З часом під скоринкою утворюється шар, температура якого, досягнувши 100 °С, не змінюється до кінця процесу випікання. Він стає постійною зоною випаровування (крива 3) і є граничним між скоринкою і м'якушкою. Підвищення температури вище 100 °С в ньому не відбувається внаслідок того, що тепло цього шару витрачається на випаровування вологи через скоринку у пекарну камеру і прогрівання шарів тіста, що лежать нижче і перетворюються у м'якушку.

Температура шарів м'якушки, близьких до центру, підвищується повільно (крива 4). Під кінець випікання вона ледве наближається його температура. Температура центру зростає з найбільшим запізненням і під кінець випікання досягає 96–98 °С (крива 5). При досягненні центром цієї температури тістова заготовка повністю перетворюється в готовий до вживання виріб.

Температура верхнього шару скоринки (шар 1 на *рис. 8.2*) в процесі випікання наближається до температури пекарної камери, але не досягає її внаслідок того, що частина тепла, яка сприймається скоринкою, витрачається на перегрівання парів води, що утворюються в зоні випаровування, і через шпаринки скоринки переходять у пекарну камеру, а частина у вигляді теплового потоку переходить до шарів середини тістової заготовки, прогриває їх, що обумовлює поступове утворення м'якушки.

Швидкість прогрівання тістової заготовки залежить від температури пекарної камери, відносної вологості її пароповітряного середовища, маси тістових заготовок, їх вологості, форми, розпушеності. Заготовки, що мають більш плоску чи овальну форму, прогриваються швидше, ніж ті, у яких форма круга, куляста. Тістова заготовка з вищою вологістю прогривається швидше, ніж з низькою. Це пов'язано з тим, що при вищій вологості вища теплопровідність тіста.

Добре розпушене тісто з рівномірною тонкостінною пористістю прогривається швидше, ніж слабо розпушене внаслідок швидкого переміщення тепла до центру м'якушки.

Підвищення температури пекарної камери призводить до інтенсифікації прогрівання тістової заготовки, збільшення інтенсивності вологовіддачі та до значного скорочення терміну випікання. Але підвищення температури можливе лише до певної межі, інакше це може привести до погіршення якості виробів, зменшення об'єму, пористості, непропеченості м'якушки, засмаглої скоринки.

Вологообмін і зміна вологості тістової заготовки. Прогрівання тістової заготовки під час випікання супроводжується вологообміном між тістовою заготовкою і пароповітряним середовищем пекарної камери (зовнішній вологообмін), а також переміщенням вологи у середині самої заготовки.

Зовнішній вологообмін проявляється у зволоженні поверхні тістової заготовки внаслідок конденсації на ній вологи з пароповітряного середовища пекарної камери і частковому поглинанні цієї вологи поверхневим шаром тіста. Інтенсивність конденсації пари залежить прямо пропорційно від ступеню зволоження пекарної камери та температури у зоні зволоження. При достатньому зволоженні, внаслідок цього процесу в перші 3–5 хв випічки спостерігається збільшення маси заготовки до 1,3 % від початкової, рис. 8.3, крива 1.

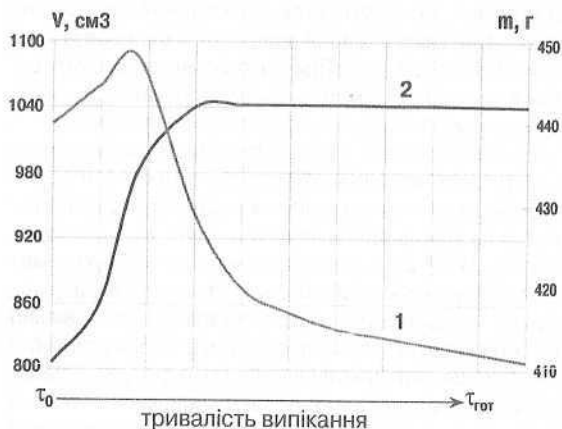


Рис. 8.3. Графік зміни маси (1) та об'єму (2) тістової заготовки у процесі випікання

При подальшому прогріванні тістової заготовки внаслідок випаровування сконденсованої вологи з поверхневого шару заготовки, а потім вологи з шарів, що лежать під ним, тобто із зони випаровування волога у вигляді пару через шпарини скоринки надходить у пекарну камеру. Маса тістової заготовки починає зменшуватись.

Але через щільність скоринки лише частина пари із зони випаровування через пори мігрує

в пекарну камеру, а решта по порах переміщається у внутрішні шари, що мають температуру, нижчу за 100 °С, і там конденсується. Вологість цих шарів підвищується. Це запобігає перетворенню всієї тістової заготовки у висушену масу.

Внутрішній перенос вологи у тістовій заготовці відбувається під дією двох факторів:

- різниці температур у шарах тістової заготовки, тобто температурного градієнта, який викликає термодифузію вологи у вигляді рідини з шарів з більш високою температурою до шарів з нижчою температурою, тобто з верхніх шарів до центру (явище термовологопровідності);
- різниці в концентрації вологи в різних шарах заготовки, тобто градієнта вологості, що обумовлює концентраційне переміщення вологи з шарів з

більшою концентрацією до шарів з меншою концентрацією, тобто від шарів центральної частини заготовки у бік зони випаровування.

Потік вологи від зовнішніх шарів до центральних, що викликається термодифузією, перевищує потік концентраційної дифузії вологи, тобто переміщення вологи від центру у бік зони випаровування, внаслідок цього вологість центральних шарів м'якушки збільшується на 1,5–2,0 % порівняно з вологістю тіста. Вологість скоринки в кінці випікання дорівнює рівноважній, а в шарах зони випаровування дещо нижча вологості тіста. Під кінець випікання загальна маса готового виробу зменшується порівняно з масою тістової заготовки в основному за рахунок втрат вологи в скоринці.

У процесі прогрівання тістової заготовки втрата нею вологи відбувається з різною швидкістю. У період інтенсивного прогрівання спостерігається змінна швидкість випаровування вологи. Після швидкого випаровування її з поверхні заготовки відбувається випаровування з макро- і мікрокапілярів, а також адсорбційно зв'язаної вологи поверхневих шарів тістової заготовки, що обумовлює зниження швидкості випаровування.

Після утворення міцної скоринки, яка фіксує об'єм тістової заготовки, інтенсивність випаровування води ще більше знижується, швидкість випаровування стає постійною. Джерелом вологи, що випаровується в цей період, є волога, яка надходить в зону випаровування внаслідок концентраційного переміщення з шарів центральної частини тістової заготовки.

Зважаючи на втрати тістовою заготовкою вологи під час випікання на утворення скоринки, для забезпечення вологості виробів, передбаченої нормативною документацією, вологість тіста, з якого виготовляється тістова заготовка, має перевищувати нормативну вологість хліба з пшеничного борошна на 0,5–0,7 %, а житнього — на 0,7–1,0 %.

8.1.2. Мікробіологічні процеси у тістовій заготовці під час випікання

При прогріванні тістової заготовки життєдіяльність її мікроорганізмів спочатку значно активується, а потім затухає. Цей процес відбувається пошарово, залежно від досягнутої температури у відповідному шарі тістової заготовки. Він починається у верхніх шарах заготовки і поступово поглиблюється до центру.

При температурі 35–40 °С дріжджові клітини інтенсивно зброджують цукри. Диоксид вуглецю і спирт, що виділяються при бродінні, сприяють подальшому розпушенню тістової заготовки, збільшенню її в об'ємі. При 45 °С життєдіяльність дріжджів різко знижується і при подальшому прогріванні відповідного шару до температури біля 60 °С дріжджові клітини відмирають.

Температура 35–40 °С також є оптимальною для розвитку мезофільних молочнокислих бактерій, а при 48–54 °С активується життєдіяльність термофільних молочнокислих бактерій. Внаслідок активізації бактеріальної мікрофлори у перші хвилини випікання продовжується накопичення кислот та інших продуктів їх життєдіяльності, що сприяє покращанню смакових якостей виробів.

При температурі близько 75 °С бактерії відмирають, але в науковій літературі є дані про те, що деяка частина дріжджових клітин і кислотоутворюючих бактерій в дуже ослабленому стані зберігається у центрі м'якушки завдяки наяв-

ності незначної кількості вільної води і короткочасному перебуванню при температурі центра м'якушки, що досягає лише 96–98 °С. Таким чином, спиртове, молочнокисле та інші види бродіння продовжуються в тістовій заготовці під час випікання доти, поки температура її окремого шару не досягне рівня, при якому певний вид мікрофлори гине. Тобто, у той час, коли, наприклад, кислоутворювальні бактерії у периферійних шарах заготовки вже загинули, у шарах, що лежать ближче до центру, їх життєдіяльність лише активізується.

Під час випікання внаслідок підвищення температури тістової заготовки частина продуктів бродіння, що утворились у процесі дозрівання тіста, вистоювання тістової заготовки, а також у перший період випікання, звітрується. Частково

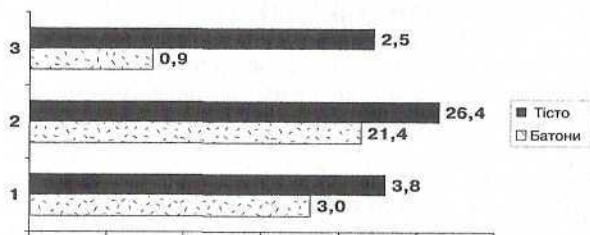


Рис. 8.4. Порівняльна характеристика вмісту титрованої кислотності, летких кислот і спирту в тісті та батонах, випечених з нього: 1 — титрована кислотність, град; 2 — вміст летких кислот, % до титрованої кислотності; 3 — масова частка спирту, % СР

звітрується також диоксид вуглецю, що був розчинений у рідкій фазі тіста. Внаслідок цього знижується титрована кислотність хліба порівняно з кислотністю тістової заготовки перед випіканням. Ступінь цього зниження залежить від виду і сорту борошна, способу приготування тіста. Зниження кислотності в хлібі порівняно з тістом у більшій мірі відбувається у верхніх шарах хліба. Нижні шари м'якушки мають нижчу величину рН і вищу титровану кислотність, ніж верхні. Поряд з леткими кислотами і диоксидом вуглецю у процесі випікання звітрується частина спирту (50–80 % від його вмісту в тісті перед випіканням), рис. 8.4.

Продукти бродіння, що виділяються в результаті активізації життєдіяльності мікрофлори на початку випікання, забезпечують подальше розпушення тістової заготовки, збільшення її в об'ємі.

Зростання об'єму і покращання розпушеності тістової заготовки обумовлене продовженням у ній спиртового бродіння в перші хвилини випікання з виділенням певної кількості диоксиду вуглецю і спирту, а також виділенням частини CO₂, що міститься у тісті в розчині, переходом спирту у пароподібний стан, тепловим розширенням парів води, спирту і газів у тістовій заготовці.

Інтенсифікації утворення парів і газів у тістовій заготовці сприяє підвищена температура (біля 200 °С) поду печі. Газоподібні продукти, піднімаючись до поверхні заготовки, збільшують її об'єм. Внаслідок цих процесів готовий хліб має об'єм, на 10–30 % більший за об'єм тістової заготовки перед посадкою в піч. У зміні об'єму заготовки розпізнають два періоди (рис. 8.3, крива 2). Перший — це період швидкого збільшення об'єму заготовки, після якого його зростання практично припиняється. Другий — це період постійного об'єму заготовки. Перший період збільшення об'єму тістової заготовки дуже короткочасний (максимально 6–8 хв). Він відбувається до утворення міцної скоринки. З утворенням скоринки, яка швидко втрачає здатність до розтягування і тому є перпоною для подальшого збільшення об'єму заготовки, наступає другий період — період постійного об'єму заготовки.

Періоди зміни об'єму тістової заготовки тісно пов'язані з кінетикою вологовіддачі в процесі випікання. У першому періоді швидкість вологовіддачі йде із зростанням, тобто вона є змінною, у другому залишається постійною.

Процес збільшення об'єму заготовки поряд з інтенсивністю мікробіологічних процесів залежить також від гіротермічного і температурного режимів у пекарній камері. Висока відносна вологість пароповітряного середовища затримує утворення скоринки, що сприяє збільшенню об'єму. Надмірно висока температура і низька відносна вологість у пекарній камері призводить до швидкого призупинення зростання об'єму заготовки. Хліб буде мати недостатній об'єм, можуть бути тріщини і розриви на його поверхні. Якщо ж перший період зміни об'єму буде надто довгий, це може привести до затримання фіксації об'єму і форми, що обумовить розпливання подового хліба, особливо житнього або житньо-пшеничного.

8.1.3. Біохімічні та колоїдні процеси у тістовій заготовці під час випікання

Під час бродіння тіста і вистоювання тістових заготовок глибокої деполімеризації складових борошна не відбувається внаслідок того, що температура бродіння і вистоювання не є оптимальною для дії ферментів. Під час випікання внаслідок прогрівання тістової заготовки змінюється стан біополімерів тіста: крохмалю, білків, пентозанів. Це сприяє їх гідролітичному розкладу, особливо при температурі, оптимальній для дії ферментів.

Процеси у білково-протеїназному комплексі. При нагріванні в інтервалі температур 40–60 °С атакуємість білків ферментами наростає. У заготовці збільшується вміст водорозчинних білків. При температурі 50–70 °С відбувається процес теплової денатурації білків, що також сприяє їх ферментативному розкладу.

У процесі денатурації білки виділяють воду, яка була поглинута ними при замішуванні та дозріванні тіста, рис. 8.5. Структура їх ущільнюється, вони втрачають еластичність, пружність, розтяжність.

Денатуровані клейковинні білки утворюють жорсткий каркас хліба, обумовлюють його форму, яка закріплюється зневодним поверхневим шаром (скоринкою). Від швидкості коагуляції білків залежить фіксація форми тістової заготовки, утворення скоринки, що забезпечує утримання газоподібних сполук у тістовій заготовці.

При надмірно низькій температурі пекарної камери на початку випікання коагуляція білків затримується. Це може бути причиною зниження об'єму хліба, погіршення форми подового хліба.

Під час випікання коагулює до 50–70 % водорозчинних азотистих сполук, що утворилися при приготуванні тіста в результаті ферментативного гідролізу



Рис. 8.5. Зміна гідраційної здатності білків при нагріванні (температура 100°С)

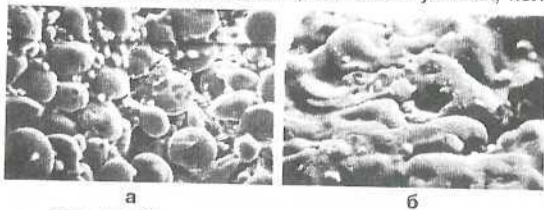
білків. Вважається, що температурний оптимум протеїназ біля 45 °С, але він може змінюватись залежно від рН, вологості тіста, швидкості та тривалості нагрівання. Є наукові дані, що температурний оптимум протеїнази лежить в інтервалі 60–70 °С, інактивація її спостерігається при 80–95 °С. При підвищенні вологості тіста температурний оптимум дії ферментів знижується. Температура інактивації ферментів залежить від швидкості прогрівання тістової заготовки, тобто від її маси, форми, вологості, температури і ступеня зволоженості пекарної камери. Чим швидше прогрівається тістова заготовка, тим при вищій температурі інактивуються протеїнази.

Процеси у вуглеводно-амілазному комплексі. З підвищенням температури у шарах тістової заготовки зростає інтенсивність набухання зерен крохмалю. При досягненні температури 60–70 °С відбувається його клейстеризація. Відомо, що для повної клейстеризації зерна крохмалю необхідно мати майже 10-кратну кількість води по масі. У тісті її в 2–3 рази менше, тому в умовах тіста при випіканні крохмаль не може клейстеризуватися повністю. При підвищенні температури до 60 °С відбувається набухання і клейстеризація поверхневих шарів крохмальних зерен, які водночас поглинають воду, сконденсовану на поверхні тіста, і воду, вивільнену білками при термічній денатурації.

В результаті набухання зерна крохмалю розтріскуються, вода заходить у щілини, що утворилися, руйнує зерна, амілоза розчиняється у воді, амілопектин утворює в'язкий золь.

Внаслідок недостатньої кількості води клейстеризація відбувається повільно, і лише з підвищенням температури до 93–99 °С кількість зерен з клейстеризованим поверхневим шаром зростає майже до 100 %, але незначна частина зерен крохмалю (6–8 %) може лишатися майже без змін.

При розгляданні в скануючий мікроскоп зерен крохмалю хліба, видно, що клейстеризувався тільки їх поверхневий шар, відбулась деформація зерен, *рис. 8.6.* Клейстеризація крохмалю в умовах, коли води обмаль, сприяє утво-



ренню сухої, еластичної м'якушки хліба.

Набухання крохмалю у різних шарах тістової заготовки відбувається в неоднаковій мірі. Так, методом амілографічних досліджень суспензії м'якушки з різних шарів хліба встановлено, що найбільшу в'язкість має суспензія м'якушки з центральної частини хліба і значно меншу — з його периферійних шарів, *рис. 8.7.* Це пояснюється менш глибокою клейстеризацією крохмалю центральної частини тістової заготовки, очевидно, внаслідок специфічності її прогрівання.

Клейстеризація крохмалю сприяє активній деполімеризації його молекул під дією амілаз з утворенням декстринів і цукрів. У тістовій заготовці накопичуються водорозчинні речовини. Це впливає на вла-

стивості м'якушки. Особливе значення при формуванні м'якушки хліба має наявність у тісті активної α -амілази, що характерно при переробленні борошна з пророслого зерна і житнього борошна. Під її дією накопичуються низькомолекулярні декстрини, і м'якушка хліба з такого борошна виходить липка, нееластична.

Активність ферментів у кожному шарі тістової заготовки, що випікається, спочатку підвищується до максимальної, після чого падає до нуля внаслідок денатурації білкової молекули ферменту.

У пшеничній тістовій заготовці температурний оптимум β -амілази знаходиться у межах 62–64 °С, α -амілази — 70–74 °С. β -амілаза повністю інактивується приблизно при 82–84 °С, α -амілаза зберігає у певній мірі свою активність навіть при 97–98 °С. Тобто, у певному проміжку температур у кожному шарі тістової заготовки α -амілаза залишається активною, коли β -амілаза вже інактивована. Це призводить до накопичення великої кількості низькомолекулярних декстринів, внаслідок чого погіршуються її структурно-механічні властивості, зменшується вологоємність м'якушки.

Активність амілаз значно залежить від кислотності середовища, тому в пшеничному тісті, для якого характерна невисока кислотність, амілази відносно довго зберігають свою активність.

При підвищенні кислотності до рН 4,5–4,6 α -амілаза інактивується вже в перші хвилини випікання. Це запобігає інтенсивному гідролізу крохмалю і накопиченню у м'якушці пшеничного хліба надмірної кількості водорозчинних речовин.

Під час випікання тістових заготовок з житнього борошна крохмальні зерна клейстеризуються при температурі 52–55 °С, що майже на 10 градусів нижче температури клейстеризації пшеничного крохмалю. Внаслідок того, що кислотність тіста із житнього сортового борошна у 2–3 рази вища за кислотність тіста із пшеничного сортового борошна того ж виходу, інактивація амілаз при прогріванні житнього тіста відбувається при більш низьких температурах. Так, у процесі випікання хліба із житнього обойного борошна (кислотність тіста 10–12 град) β -амілаза інактивується при 60, α -амілаза — при 71 °С.

Не зважаючи на інактивацію амілаз, накопичення у житніх виробках, що випікаються, продуктів гідролітичного розпаду крохмалю продовжується до кінця процесу випікання і в перші години зберігання випеченого хліба. Причиною цього явища є кислотний гідроліз крохмалю, внаслідок якого вміст водорозчинних сполук і декстринів різної молекулярної маси у житньому тісті значно вищий, ніж у пшеничному. Наявність у житньому хлібі значної кількості низькомолекулярних декстринів надає м'якушці липкості внаслідок зниження вмісту адсорбційно зв'язаної крохмалем води. Як показали дослідження В. Бушук, майже 23 % вологи у м'якушці зв'язують пентозани. У процесі випікання високомолекулярні пентозани частково гідролізуються з утворенням водорозчинних пентозанів і пентоз.

Таким чином, водорозчинні речовини у м'якушці хліба представлені в основному продуктами ферментативного гідролізу крохмалю — декстринами, мальтозою, а також незначною кількістю пентозанів і гексозанів. Методом радіоактивних ізотопів установлена присутність у м'якушці кількох фракцій олігосахаридів, що складаються із трьох залишків моносахаридів, що дає підставу судити про те, що поряд з гідролітичними процесами під час випікання протікають реакції конденсації та полімеризації моносахаридів.

Основним цукром м'якушки є мальтоза. Її вміст складає 50 % від суми всіх цукрів. Поряд з мальтозою у м'якушці також міститься невелика кількість галак-

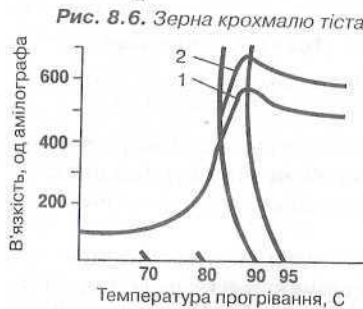


Рис. 8.7. Амілограма різних зон м'якушки хліба: 1 — периферійний шар; 2 — центральна частина

този, ксилози і арабінози. Ксилоза і арабіноза є продуктами гідролізу пентоз, галактоза — рафінози. Гексози і пентози, що накопичуються в тістовій заготовці, нарівні з продуктами деполімерізації білків беруть участь у реакції меланоїдиноутворення в процесі випікання, що обумовлює формування кольору скоринки.

8.1.4. Процеси, що обумовлюють колір скоринки хліба та впливають на смак і аромат виробів

Характерною ознакою готовності виробу є колір його скоринки. Залежно від сорту борошна і виду виробів він буває від золотистого до темно-коричневого. Колір скоринки в процесі випікання змінюється. Тістова заготовка в пекарній камері прогривається, починаючи з її поверхні. На початку прогрівання при досягненні поверхнею заготовки 60 °С поверхневий шар темнішає. Це явище пояснюють клейстеризацією крохмалю на поверхні тістової заготовки. При досягненні температури поверхні 100 °С і вище скоринка все більше забарвлюється. В інтервалі температур 130–170 °С колір скоринки змінюється від світло-жовтого до темно-коричневого.

Однією з причин потемніння скоринки є карамелізація цукрів і продуктів гідролізу крохмалю під дією високої температури і зневоднення скоринки. Але основною причиною забарвлення скоринки хліба є утворення темнозабарвлених сполук внаслідок реакції меланоїдиноутворення.

Цю реакцію в 1912 році описав французький дослідник Майяр (Maillard L.). Реакція меланоїдиноутворення являє собою окисно-відновну взаємодію безпосередньо відновлюючих (редуючих) цукрів і продуктів гідролітичного розпаду білків (амінокислот, пептидів, пептонів) з утворенням темнозабарвлених речовин — меланоїдинів. Останні — це високомолекулярні, забарвлені в різні відтінки, речовини з молекулярною масою від 2000 до 30000. Ця реакція протікає в основному в скоринці, температура якої під час випікання досягає 180 °С.

Для одержання нормально забарвленої скоринки необхідно, щоб у тісті перед випіканням містилось не менше 2,5–3 % незброджених цукрів. Тому забарвлення скоринки тісно пов'язане з цукроутворювальною здатністю борошна і накопиченням низькомолекулярних азотистих речовин у тісті.

При випіканні житнього хліба реакція меланоїдиноутворення відбувається активніше внаслідок значно більшого вмісту цукрів і продуктів гідролізу білків у тісті з житнього борошна. Це обумовлює темніше забарвлення житніх сортів хліба.

Реакція Майяра протікає з утворенням більше 50 різних проміжних продуктів, серед яких — фурфурол, оксиметилфурфурол, редуکتони з незамкненим ланцюгом, альдегіди, кетони тощо.

Меланоїдини і проміжні продукти, особливо леткі альдегіди, надають хлібним виробам специфічного смаку і аромату. Частина ароматоутворювальних сполук, що утворились у скоринці, мігрує у м'якушку.

Внаслідок реакції меланоїдиноутворення в скоринці хліба зменшується вміст усіх вільних амінокислот порівняно з їх вмістом у тісті.

Кількість ароматичних сполук, що утворюються під час випікання, залежить в основному від його тривалості та температури скоринки. Особливо помітно це

при подовженому випіканні житнього хліба. Він набуває темного забарвлення і яскраво вираженого аромату.

Вважається, що суттєву роль у формуванні аромату пшеничного хліба відіграють диметилсульфід, метилпропанол, ацетальдегід, а житнього — ізобутанол, ізопентанол, фурфурол і оцтова кислота.

8.2. Режими випікання

Поняття «режим випікання» включає такі параметри, як температура і вологість середовища пекарної камери, тривалість випікання. Режим випікання повинен забезпечити пропеченість хліба, його максимальний об'єм, формування м'якушки з оптимальними структурно-механічними властивостями, достатнє забарвлення скоринки, необхідний смак і аромат, мінімальну втрату маси у процесі випікання. Режим випікання для кожного виду виробів встановлюється згідно з технологічною інструкцією на цей виріб.

Хлібобулочні вироби випікають при змінному режимі. Для цього в пекарній камері печі створюють кілька зон з різною температурою і вологістю пекарного середовища.

Температурний і вологісний режими у цих зонах мають бути оптимальними для забезпечення трьох умовно встановлених періодів випікання тістової заготовки: перший — це період зволоження тістової заготовки; другий — період інтенсивного нагрівання, в якому починається утворення скоринки; третій — період остаточного формування м'якушки.

Для більшості виробів з пшеничного борошна у пекарній камері тістові заготовки послідовно проходять зону зволоження, зону інтенсивного теплообміну з високою температурою, зону пониженої температури (рис. 8.8).

Основною метою зони зволоження є максимальна конденсація пари на поверхні тістової заготовки. Зволоження затримує утворення твердої нерозтяжної скоринки, чим сприяє збільшенню об'єму заготовки внаслідок розширення парів і газів, запобігає появі тріщин і розривів поверхні.

Радіаційний теплообмін має бути зведений до мінімуму, щоб запобігти передчасному утворенню скоринки, яка

стримує збільшення об'єму заготовки. У цей період передача тепла тістовій заготовці повинна здійснюватись кондуктивно від нагрітого до 180–200 °С поду печі.

У разі достатнього парозволоження у поверхневому шарі тістової заготовки глибше проходить клейстеризація крохмалю, крохмальний клейстер покриває поверхню заготовки, закриває пори і при подальшому випіканні забезпечує утворення гладкої блискучої скоринки хліба, сприяє зниженню упікання і усихання виробів. Якщо вологість пароповітряного середовища пекарної камери недо-

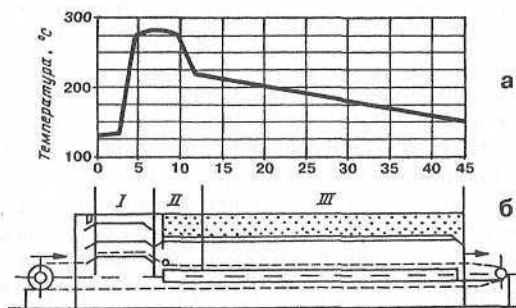


Рис. 8.8. Температурний режим випікання пшеничного хліба: а — графік зміни температури в пекарній камері; б — зони пекарної камери

статня — вироби мають невеликий об'єм, матову, нерівну поверхню, іноді з тріщинами і підривами. При надмірному зволоженні тістова заготовка може розпливатись, а скоринка — бути зморщеною.

Зволоження поверхні тістових заготовок на початку випікання здійснюється обприскуванням водою перед посадкою в піч і шляхом подачі пари в зону зволоження. Пару подають з тиском 20–50 кПа. Вважається, що для одержання глянцевої поверхні виробів необхідно забезпечити конденсацію на 1 см² поверхні заготовки 0,012–0,018 г пари, тобто для зволоження 1 т виробів необхідно подати в пекарню камеру 30–40 кг пари. Практично внаслідок значних втрат у сучасних печах витрати пари складають 200–400 кг на 1 т виробів залежно від конструкції печей. Біля 70–80 % пари втрачається внаслідок вентиляції пекарної камери.

Відносну вологість і температуру в зоні зволоження підтримують залежно від виду виробів. Так, вироби з гребінцем (паляниця українська, булка міська) потребують більшої відносної вологості (70–85 %) і вищої температури (150–160 °С) у цій зоні, тоді як при випіканні батонів достатньо мати відносну вологість пароповітряного середовища в межах 60–70 %, а температуру 120–140 °С. Поверхня тістової заготовки у цій зоні прогрівається до 70–80, а м'якушки — до 38–40 °С.

У виробництві подового хліба витрати пари на зволоження поверхні тістової заготовки значно більші, ніж при виробництві формового хліба. При випіканні тістових заготовок, змазаних яечним мастилом, пекарня камера не зволожується. Еластичність поверхневого шару тістової заготовки і глянцеovitість скоринки готових виробів забезпечується яечним мастилом. У зволоженій пекарній камері поверхня, змащена яйцем, стає матовою. Тістова заготовка в зоні зволоження знаходиться 2–3 хв.

У зоні інтенсивного прогрівання тістової заготовки температура середовища пекарної камери становить 260–280 °С, зволоження пароповітряного середовища не проводиться. У цій зоні температура в центрі тістової заготовки досягає 50–60 °С, а на її поверхні — 105–115 °С, відбувається інтенсивний теплообмін між поверхневими шарами тістової заготовки і пароповітряною сумішшю пекарної камери. У результаті інтенсивної радіації тепла від гріючих поверхонь утворюється скоринка, що закріплює об'єм виробу і попереджує його розпливання. Поглиблюється пошарова денатурація білків і клейстеризація крохмалю, починає формуватися м'якушка хліба. На поверхні скоринки починає відбуватися карамелізація цукрів, реакція меланоїдиноутворення, накопичення смакових і ароматичних речовин. Тривалість перебування тістової заготовки у цій зоні складає 15–20 % від загального терміну випікання.

У третій зоні печі випікання відбувається вже при стабільних формі та об'ємі виробів. У цій зоні температуру пекарної камери знижують до 180–220 °С. Передача тепла від гріючих поверхонь відбувається радіаційним і конвективним способами. Температура скоринки підвищується до 160–180, а в центральній частині — до 96–98 °С. Температурний градієнт у тістовій заготовці зменшується, знижується роль термовологопровідності у прогріванні м'якушки. Її прогрівання обумовлюється в основному температурою в зоні випаровування (100 °С). Під час випікання у третій зоні випічки поглиблюється клейстеризація крохмалю, денатурація білків, закінчуються процеси формування м'якушки і перетворення тістової заготовки в готовий до вживання виріб.

Тривалість стадії випікання у третій зоні пекарної камери становить більше 70 % від загального терміну випікання.

Треба зазначити, що залежно від конструкції печі, в ній може бути різна кількість температурних зон. Так, у тунельних печах площею 25 м² їх три, а площею 40–50 м² — п'ять.

8.2.1. Особливості випікання житніх і житньо-пшеничних видів хліба

Структурно-механічні властивості житнього тіста інші, ніж пшеничного. Для нього характерними є пластичність і в'язкість. Внаслідок цього, а також інтенсифікації активності α -амілази при прогріванні тістової заготовки остання може розпливатись, якщо температура в першій зоні випікання буде низькою. Тому температура випікання в першій зоні печі встановлюється 250–280, іноді 300–320 °С, щоб закріпити форму виробів, тобто проводять «обжарку» тістової заготовки. Тривалість її 4–5 хв. За цей період на поверхні заготовки утворюються тонка плівка — скоринка. Відносна вологість у пекарній камері становить 20–30 %. Висока температура в першій зоні не лише забезпечує збереження форми тістової заготовки, а й покращує смак і аромат готового хліба.

У наступних зонах пекарної камери температура знижується спочатку до 230–240, а пізніше до 180–200 °С. Под печі перед посадкою на нього тістових заготовок має бути підігрітим до 180–200 °С, інакше біля нижньої скоринки можуть виникнути під час випікання підриви.

Режим випікання встановлюється залежно від виду виробів, їх маси, рецептури, щільності посадки, оброблення поверхні тістової заготовки тощо. Чим більша маса тістових заготовок, тим більше часу необхідно на їх прогрівання і випікання, тим нижчою має бути температура випікання. Чим менші розміри тістової заготовки і більша її поверхня, тим швидше вона пропикається.

При щільнішому розміщенні тістових заготовок на листах або поді на кожен заготовку припадає менше теплоти і випікання їх подовжується.

Вироби однакової маси на поді випікаються швидше, ніж у формах, внаслідок того, що останні поглинають частину теплоти.

Вироби, що містять значну кількість цукру, випікають при нижчих температурах пекарної камери і більшій тривалості випікання, щоб запобігти надмірному забарвленню скоринки. Так, наприклад, здобні вироби масою 50–100 г випікають 8–12 хв, масою 200 г — 17 хв, батони — 23 хв, хліб дарницький — 50 хв, а пшеничний подовий хліб масою 2–2,5 кг — 60–80 хв.

Режим випікання корегується залежно від хлібопекарських властивостей борошна, структурно-механічних властивостей тіста тощо, або при порушенні технологічного режиму приготування тіста чи вистоювання за якихось виробничих умов. Тісто з низькою формоутримувальною здатністю, підвищеною автолітичною активністю чи підвищеною вологістю випікають при вищій температурі, щоб забезпечити якомога швидше коагуляцію білків і запобігти розпливанню тістової заготовки. Термін випікання подовжують порівняно з нормальним, якщо тістові заготовки мають понижену вологість, недостатнє вистоювання або виготовлені з недозрілого тіста. Температуру в пекарній камері при цьому знижують. Це дає можливість подовжити процес бродіння і розпушення тістової заготовки у перші хвилини випікання.

Під час випікання маса тістової заготовки зменшується. Це явище називають упіканням. Зменшення маси тістової заготовки під час випікання відбувається в результаті зневоднення її поверхні, а також зв'язування з тіста діоксиду вуглецю, спирту, летких кислот. Величину упікання визначають як відношення різниці між масою тістової заготовки і масою гарячого хліба, віднесеної до маси тістової заготовки, і виражають у процентах.

Величина упікання для різних видів хлібобулочних виробів коливається в межах 6,0–12 % і залежить від конструктивних особливостей печі, маси, форми і рецептури виробів, способу випікання, параметрів пекарної камери тощо. Так, у булочки круглої форми масою 0,05 кг частка скоринки становить біля 40 %, а упікання — 11,9 %. Булка такої ж форми масою 0,5 кг містить 22,5 % скоринки, упікання складає 7,8 %. Формові вироби мають тонкі та вологі нижню і бокові скоринки, тому в цих виробках затрати на упікання менші, ніж у подових тієї ж маси.

Упікання тістової заготовки зменшується при достатньому зволоженні пекарної камери, зниженні температури другої зони пекарної камери до мінімальної можливості, збризкуванні поверхні виробів у момент виходу їх з печі.

8.3. Визначення готовності хліба

При недостатній тривалості випікання м'якушка хліба не остаточно сформована, липка. При надмірній тривалості — м'якушка жорстка, скоринка хліба потовщена, збільшуються витрати сухих речовин на випікання. Тому визначення готовності хліба має велике практичне значення.

На сьогодні, на жаль, не існує швидких об'єктивних способів визначення готовності хліба. Готовність виробів визначають в основному органолептично за кольором скоринки, структурно-механічними властивостями м'якушки, її еластичності, сухості на дотик. За станом м'якушки про готовність хліба можна судити лише після його охолодження. Застосовують й інші менш суттєві методи: зважування гарячого хліба на руці, налипання на дерев'яну шпильку, занурену в хліб, тощо. Але органолептичні методи не об'єктивні. Об'єктивним (таким, що підлягає практичному застосуванню і придатний для оперативного контролю) вважається метод визначення температури центральної частини м'якушки гарячого хліба. Для більшості видів виробів вона знаходиться в межах 96–98 °С. Температура в центрі м'якушки здобних виробів може бути більшою і досягати 100 °С внаслідок великої кількості цукру, розчини якого мають температуру кипіння вищу, ніж води.

Контрольні питання до розділу 8

1. Які процеси відбуваються у тістовій заготовці при випіканні ?
2. Як змінюється температура тістової заготовки при випіканні ?
3. Чим обумовлений і як відбувається вологообмін між тістовою заготовкою і середовищем пекарної камери ?
4. Які фактори обумовлюють внутрішній перенос вологи у тістовій заготовці ?
5. Внаслідок яких процесів, що відбуваються у тістовій заготовці, утворюється м'якушка хліба ?
6. Внаслідок яких процесів при випіканні утворюється скоринка хліба ?
7. Яка роль мікроорганізмів тіста у формуванні об'єму хліба ?

8. Яка роль біохімічних процесів при перетворенні тістової заготовки у готовий виріб ?

9. Які зміни відбуваються у вуглеводно-амілазному комплексі тістової заготовки при випіканні ?

10. Які зміни відбуваються у білково-протеїназному комплексі тістової заготовки при випіканні ?

11. Яка мета створення у пекарній камері зон з різними температурним і вологісним режимами ?

12. Які процеси при випіканні забезпечують колір скоринки виробів ?

13. У чому полягають особливості випікання житніх і житньо-пшеничних сортів хліба ?

14. Як визначити упікання хліба, чим воно обумовлене ?

15. Як визначається готовність виробів ?

16. Які вироби не можна випікати в зволоженій пекарній камері ? Чому ?

17. Внаслідок яких процесів при випіканні формується смак і аромат хлібобулочних виробів ?

ЗБЕРІГАННЯ ХЛІБА

Хлібобулочні вироби після виходу із печі стрічковим транспортером подаються до місця укладання їх у тару, на циркуляційний стіл чи інше обладнання. Формовий і подовий хліб здебільшого укладають у встановлені на контейнери або вагонетки трибортові лотки з решітчастим дном, а дрібноштучні булочні та здобні вироби — у чотирибортові ящики з суцільним дном. Продукція укладається в один ряд. Правила укладання і зберігання виробів визначаються нормативною документацією.

При укладанні відбраковують вироби, нестандартні за органолептичними ознаками: з неправильною формою, забрудненою поверхнею, підривами більше 1,5–2 см, деформовані тощо.

Контейнери з виробами до відправлення в торговельну мережу зберігають у відділенні для їх остигання, де здійснюється сортування виготовленої продукції, органолептична оцінка, контроль маси і облік, після чого передають у хлібосховище.

Перед відправленням до торговельної мережі кожна партія виробів проглядається бракером або іншою уповноваженою особою на відповідність вимогам нормативної документації за органолептичними показниками і масою.

Відхилення середньої маси 10 виробів у менший бік у кінці максимально допустимого терміну витримки на підприємстві після виходу з печі не повинне перевищувати для виробів масою до 0,2 кг включно — 3 %, для виробів масою більше 0,2 кг — 2,5, а від встановленої маси одного виробу відповідно 5 і 3 %.

Тривалість зберігання виробів на хлібопекарських підприємствах відрховується з моменту виходу хліба з печі до моменту його відвантаження одержувачу. Тривалість зберігання упакованих виробів на підприємстві відрховується з моменту їх пакування.

Хліб, що зберігався на підприємстві чи в торговій мережі довше встановлених термінів, вважається браком і має бути відправлений на переробку у вигляді мочки або кришива.

Максимально допустимий термін витримання і реалізації хлібобулочних виробів наведено в табл. 9.1.

Допустима тривалість зберігання упакованих виробів у торговельній мережі становить від 3 до 7 діб, залежно від виду виробів.

На цей час все більше поширення знаходить контейнерний спосіб зберігання і транспортування виробів. Здебільшого використовують контейнери марки ХКЛ-18. Контейнери з хлібобулочними виробами з навантажувальної рампі хлібозаводу завантажують в автомашину, біля магазину їх вивантажують за допомогою спеціального підйомника і встановлюють у торговельному залі.

Транспортування хліба у контейнерах зменшує простої автотранспорту, скорочує кількість ручних операцій по його перекладанню.

Автотранспорт на перевезення хлібобулочних виробів повинен мати дозвіл держсаннагляду.

Таблиця 9.1. Допустимі терміни витримання хлібобулочних виробів на хлібо-заводі та реалізації їх у торговельній мережі, год.

Види виробів	Допустимі терміни		
	витримки на підприємстві		реалізації в торговельній мережі
	без упаковки	упаковані	без упаковки
Хліб з житнього обойного, пшеничного обойного, житньо-пшеничного і пшенично-житнього обойного або житнього обдирного борошна масою більше 500 г	14	22	36
Вироби масою більше 200 г із сортового пшеничного, житнього сіяного та із суміші пшеничного і житнього сортового борошна	10	20	24
Дрібноштучні вироби масою 200 г і менше (включаючи	6	12	16

З метою виключення ручної праці на підприємствах проводиться механізація робіт у хлібосховищах за різними схемами, якими передбачається механізація операцій укладання хліба в контейнери та переміщення продукції всередині хлібосховищ. Впроваджуються контейнерні або лотково-столочні схеми. Лотково-столочна схема передбачає формування стопок з лотків на піддоні. Переміщення їх у хлібосховищі здійснюється електрозавантажувачем.

У процесі зберігання погіршуються споживчі якості хліба: скоринка втрачає блиск і хрусткість, з'являється жорсткість, знижується еластичність і пружність як цілого хліба із скоринкою, так і його м'якушки, підвищується здатність м'якушки кришитися при різанні ножем, знижується здатність набухати у воді, змінюється її мікроструктура. Поряд з цим втрачається смак і аромат, притаманні свіжому хлібу, зменшується його маса. Такі зміни в якості хліба є наслідком складних фізико-хімічних і колоїдних процесів, які відбуваються в біополімерах хліба і обумовлюють черствіння, а також втрати вологи, що є причиною усихання виробів, зменшення їх маси.

Тобто погіршення якості хліба при зберіганні пов'язане з процесами усихання і черствіння. Усихання обумовлюється втратою хлібом вологи, а черствіння — фізико-хімічними і колоїдними процесами, що відбуваються в крохмалі та білках хліба і викликають погіршення структурно-механічних властивостей м'якушки хліба.

9.1. Остигання і усихання хлібобулочних виробів

У момент виймання хліба з печі температура його скоринки сягає 130–180 °С, на межі скоринка — м'якушка — 100 °С, а центру м'якушки — 96–97 °С. Скоринка хліба повністю зневоднена, а м'якушка має вологість на 1–2 % більшу за вологість тіста.

Хліб з печі потрапляє у хлібосховище, що має температуру приблизно 15–25 °С та відносну вологість 60–70 %, і починає остигати. У таких умовах відбуваються зміни температури і вологості в його скоринці та м'якушці.

Вологість скоринки протягом 1–1,5 год зберігання підвищується і досягає близько 12 %. Приблизно через 2–3 год температура хліба наближається до температури хлібосховища. Повне вирівнювання температур спостерігається

через 3–6 год, залежно від маси виробів, їх форми, умов зберігання. У цей період відбувається перерозподіл вологи всередині хліба і часткова віддача її в навколишнє середовище. Вологість м'якушки після остигання стає меншою вологості тіста, з якого виготовлено хліб, на 0,5–1,5 %.

Остигання хліба починається з поверхні й поступово поглиблюється до центру м'якушки. Внаслідок тепло-масообмінних процесів на поверхні та всередині хліба при його остиганні волога переміщується від центру до скоринки і далі в оточуюче середовище, хліб усухає. Це явище обумовлюється градієнтом температур, який виникає внаслідок різниці температур середини хліба і його поверхні й викликає переміщення вологи від гарячої м'якушки до скоринки, що остигає, а також градієнтом вологості, який виникає внаслідок різниці у вологості внутрішніх і зовнішніх шарів хліба, і викликає концентраційну міграцію вологи від м'якушки з високою вологістю до скоринки, що має дуже низьку вологість. Чим вища температура хліба, тим швидше протікає дифузія вологи в повітря.

Внаслідок переміщення вологи під дією градієнта температури і градієнта вологості скоринки зростає приблизно до рівня її рівноважної вологості (12 %). Далі через скоринку волога випаровується в повітря хлібосховища, відбувається усихання хліба, зменшується його маса.

У процесі усихання спостерігається два періоди: період змінної швидкості усихання і період постійної швидкості втрати виробами вологи. Перший період продовжується, доки температура хліба не наблизиться до температури хлібосховища, тобто поки хліб не остигне. В цей період внаслідок значної різниці у температурі та вологості скоринки і м'якушки відбувається інтенсивне, але із затухаючою швидкістю, усихання.

У другому періоді усихання відбувається повільніше, швидкість усихання стає постійною. Дифузія вологи в цей період обумовлюється різницею у вологості хліба і відносною вологістю оточуючого повітря, тобто внаслідок того, що вологість хліба перевищує рівноважну вологість. Цей процес продовжується, доки не буде досягнуто рівноважності між вологістю всього хліба і відносною вологістю оточуючого повітря, тобто він протікає з малою швидкістю, але продовжується до кінця зберігання хліба.

Явище усихання хлібобулочних виробів призводить до значних економічних втрат.

Усихання визначають як відношення різниці маси гарячого і холодного хліба до маси гарячого хліба, виражене в

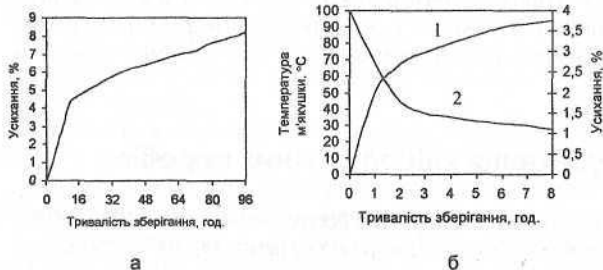


Рис. 9.1. Динаміка усихання і зміна температури м'якушки хліба у процесі зберігання: а — крива усихання; б — криві усихання (1) і зміни температури м'якушки хліба (2)

процентах. Усихання за період остигання хліба складає 2,5–4,0 % від його маси після випікання (рис. 9.1). Для зниження величини усихання необхідно скоротити перший період, а саме: скоротити тривалість остигання хліба. Чим швидше остигає хліб, тим менше він втрачає у масі.

Фактори, що впливають на усихання хлібобулочних виробів. На швидкість остигання хліба, а значить і величину його усихання, впливають температура повітря у хлібосховищі, його відносна вологість, швидкість омивання хліба, що остигає, повітрям; спосіб укладання хліба, вологість хліба, його форма і маса, стан пористості, пропеченість і величина упікання, наявність пакування.

Температура повітря у хлібосховищі є одним із основних факторів, від яких залежить швидкість остигання хліба і величина його усихання. Чим нижча температура хлібосховища, тим швидше охолоджується хліб. Про це свідчать дані табл. 9.2, які були одержані у ВНДХП. Так, при температурі 10 °C хліб остигнув до 30 °C у центрі м'якушки майже в 2 рази швидше, ніж при 30 °C і усихання його було на 2 % меншим.

Таблиця 9.2. Вплив температури у хлібосховищі на усихання виробів

Показники	Температура в хлібосховищі, °C			
	1			
Усихання, %	1,8	2,4	3,2	4,5
Вологість скоринки, %	18,8	18,5	18,0	15,1
Тривалість остигання виробів до 30 °C в центрі	50	70	105	135

Вологість повітря впливає на швидкість випаровування вологи з поверхні продукції. Підвищення відносної вологості повітря у хлібосховищі супроводжується зниженням різниці парціальних тисків парів на поверхні хліба і в повітрі, що знижує швидкість усихання хліба. У перший період усихання основну роль відіграє температурний фактор. Внаслідок високої температури хліба на його поверхні створюється високий парціальний тиск парів води, тому різниця між парціальним тиском на поверхні хліба і в повітрі незначна. Відносна вологість має більше значення у другий період усихання, коли хліб уже охолов.

Остигання хліба прискорюється, якщо він омивається повітрям зі швидкістю 0,3–0,5 м³. Усихання при цьому зменшується на 0,5–0,7 % порівняно з тим, коли повітря у хлібосховищі нерухоме. Тому для зниження втрат доцільно у перший період усихання застосовувати вентиляцію повітря у хлібосховищі.

На усихання впливає також спосіб укладання хліба. Хліб, що зберігається на стелажах, охолоджується швидше, ніж у ящиках. Щільна укладка хліба у ящики затримує його остигання і призводить до підвищення втрат на усихання приблизно на 0,6–1,0 %. Тому доцільно було б спочатку охолодити хліб, а потім зберігати в ящиках.

У другому періоді усихання хліб краще зберігати при підвищеній відносній вологості повітря у закритих контейнерах або спеціальних камерах з кондиціонуванням повітря при 20–25 °C. Чим вища вологість хліба, більша його питома поверхня, менша маса, тим більша величина усихання. Подовий хліб усухає менше, ніж формовий тієї ж маси, бо має меншу вологість, меншу питому поверхню. Усихання обернено пропорціональне упіканню. Чим більше упікання, тим менше усихання.

Усихання значно уповільнюється при пакуванні виробів. Вологість м'якушки упакованого хліба не змінюється. Поряд з цим підвищується її жорсткість і кришкватість. Тобто поряд з процесом усихання відбувається процес черствіння. Ці два процеси взаємопов'язані.

9.2. Черствіння хліба

Черствіння хліба обумовлюється складними процесами, які відбуваються у високополімерних речовинах м'якушки хліба і призводять до погіршення її структурно-механічних властивостей. М'якушка набуває жорсткості, втрачає пружність та еластичність, знижується її здатність поглинати воду, *рис.9.2*. Скоринка хліба з хрусткої стає м'якою, еластичною.



Рис. 9.2. Динаміка втрати м'якушкою пружності (1) та здатності поглинати воду в процесі зберігання хліба (2), % до початкового значення

Одночасно зі зміною структурно-механічних властивостей скоринки і м'якушки змінюється смак і аромат, з'являється специфічний запах черствого хліба. У процесі черствіння відбуваються зміни у мікроструктурі м'якушки хліба.

Процес черствіння вивчається вже більше ста років, але і на сьогодні сутність його і механізм не досить ясні. Вважається, що черствіння пов'язане зі старінням клейстеризованого крохмалю і денатурованих білків, а також зміною форм зв'язку води в черствому хлібі.

Роль крохмалю в процесах черствіння. Черствіння хліба пов'язане у першу чергу з процесами зміни стану крохмалю. Під час випікання зерна крохмалю частково клейстеризуються, зв'язують вільну воду тіста і воду, що виділяється внаслідок коагуляції білків. При цьому крохмаль частково переходить з кристалічного стану в аморфний, зерна його набухають, збільшуються в об'ємі.

При зберіганні хліба відбувається зворотній процес. Клейстеризований крохмаль з аморфного стану частково переходить у кристалічний. Відбувається ретроградація крохмалю. Поняття «ретроградація крохмалю» було вперше запропоноване в 1902 році Л.Лінде як перехід крохмалю з аморфного стану в кристалічний при його старінні. Повернення крохмалю в кристалічний стан було підтвержене І.Р.Катцем (1910–1930 рр.) за допомогою рентгенографії.

Оскільки для повної клейстеризації крохмалю в тісті обмаль води, під час випікання клейстеризуються лише поверхні шари крохмальних зерен. Тому м'якушка свіжовипеченого хліба дає рентгеноспектр, що віддзеркалює поєднання елементів аморфного і кристалічного стану крохмалю. Рентгеноспектр черствої м'якушки хліба поєднує у собі елементи спектру свіжовипеченого хліба і спектр, типовий для кристалічної будови нативних зерен крохмалю. Чим черствіший хліб, тим ближчий за характером до спектру крохмалю борошна його рентгеноспектр.

Аморфна структура крохмалю стабільна при температурі, більшій 60 °С. Тому при нагріванні черствого хліба при температурі, вищій за 60 °С, відновлюється його свіжість.

Ретроградацію крохмалю в процесі черствіння можна пояснити змінами стану складових крохмалю — амілози та амілопектину, їх оборотною агрегацією. На цей час нема єдиної думки про механізм цих змін. Одним з поширених пояснень процесу черствіння є наступне. При старінні розгалужені ланцюги молекули амілопектину притягуються, утворюють асоціати. Поряд з цим відбувається також агрегація лінійних ланцюгів молекул амілози внаслідок можливого утво-

рення між ними водневих зв'язків по гідроксильних групах. При цьому утворюються агрегати у вигляді сітчастої структури. Це обумовлює зменшення об'єму крохмальних зерен, збільшення їх твердості, внаслідок чого м'якушка хліба стає твердою і крихкою, *рис.9.3*.

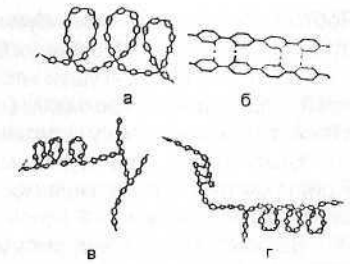


Рис. 9.3. Ретроградація амілози та амілопектину: а — гідратована амілоза; б — ретроградована амілоза; в — гідратований амілопектин; г — ретроградований амілопектин

Таким чином, можна припустити, що у процесі старіння м'якушки хліба відбувається агрегація молекул амілопектину і амілози. Це явище викликає ущільнення структури м'якушки, надання їй жорсткості.

Агрегацію амілози та амілопектину може гальмувати утворення комплексів крохмальних полісахаридів з білковими речовинами або ліпідами. Між аміногрупами білків і гідроксильними групами крохмальних полісахаридів можливе утворення водневих зв'язків.

Дослідженнями за допомогою мікроскопу встановлено, що при черствінні відбуваються зміни у мікроструктурі м'якушки хліба. У м'якушці міжпорові стінки побудовані з суцільної маси коагульованих при випіканні білків, у середині яких вкраплені набухлі, частково клейстеризовані зерна крохмалю. У свіжому хлібі білкова маса щільно обгортає поверхню крохмальних зерен, під мікроскопом не проглядається чіткої межі між ними.

У м'якушці черствого хліба зерна клейстеризованого крохмалю проглядаються більш чітко внаслідок того, що навколо поверхні зерен утворюються тонкі повітряні прошарки. Утворення повітряних прошарків є наслідком зменшення об'єму крохмальних зерен у зв'язку з їх кристалізацією. У більш черствого хліба повітряні прошарки помітніші.

Вважається, що зменшення крохмальних зерен у об'ємі, утворення повітряних прошарків між ними і зкоагульованим білком є причиною, що обумовлює підвищену здатність черствого хліба кришитись.

Під мікроскопом помітних змін у білковому комплексі при зберіганні хліба не вдається помітити.

Роль білкової фракції у процесах черствіння хліба.

Роль білків у черствінні хліба до кінця не виявлена. Дослідженнями встановлено, що денатурована у процесі випікання клейковина при старінні

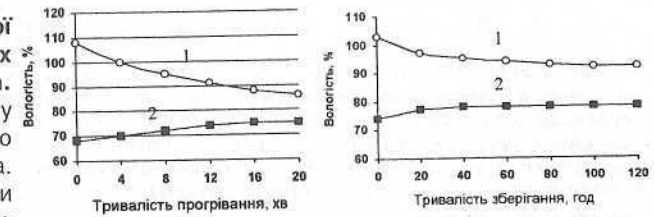


Рис. 9.4. Перерозподіл вологи між фракціями клейковини (1) і гелем крохмалю (2) при співвідношенні 3:1 відповідно: а — під час прогрівання до 100 °С; б — під час зберігання при 25 °С

віддає вологу, знижується її гідратаційна здатність, а це призводить до ущільнення структури, тобто при зберіганні хліба продовжується денатурація білків. Вивільнена вода мігрує до фракції крохмалю (*рис. 9.4*). Оскільки у хлібі клейковина утворює каркас з тонких плівок, в якому розміщені частково клейстеризовані зерна крохмалю, можна припустити, що втрата білками води впливає на жорсткість м'якушки.

Тобто процес черствіння обумовлюється як ретроградацією крохмалю, так і трансформацією клейковинних білків.

Зміни у білках м'якушки хліба відбуваються в 4–6 разів повільніше, ніж у її клейстеризованому крохмалі. Оскільки крохмалю у хлібі в 5–7 разів більше, ніж білків, то основна роль у черствінні хліба належить ретроградації крохмалю.

Єдиної думки про ступінь міграції вологи між крохмалем і білками немає. Припускається, що міграція між цими двома компонентами є двосторонньою, однаково важливою.

Вважається, що певну роль у черствінні хліба відіграють пентозани. Гідратовані пентозани немов «огортають» молекули амілози та амілопектину і тим самим запобігають утворенню ними асоціатів, тобто знижують швидкість ретроградації крохмалю.

Є наукові дані про те, що при підвищенні вмісту білків у хлібі черствіння його при зберіганні уповільнюється.

Старіння м'якушки залежить не лише від вмісту власних білків борошна. Внесення в тісто білкових збагачувачів — соєвого борошна, сухого молока тощо, також сприяє уповільненню черствіння.

Роль води у процесах черствіння хліба. М.І. Княгінчев пов'язує черствіння із структуруванням води у мікропорожнинах, що утворюються між молекулами біополімерів при випіканні та зберіганні хліба.

При випіканні хліба збільшується дифузія води у міжмолекулярні простори крохмалю і білків. У цих умовах молекули набувають гнучкості, між їх ланцюгами утворюються мікро- і макропорожнини (рис. 9.5), заповнені водою. У свіжовипеченому хлібі стінки пор — це набухла система, в якій частина молекул води зв'язана, друга — розподілена у міжмолекулярних просторах денатурованого білку і частково клейстеризованого крохмалю. Ця система розглядається як набухлий безструктурний еластичний драгль.



Рис. 9.5. Схема Княгінчева, що пояснює зміни крохмалю і вологи хліба під час черствіння: а — ланцюги макромолекул крохмалю; б — вільні молекули води; в — молекули води, що утворюють ущільнену структуру, 1 — слабо набухлий крохмаль (тісто), 2 — сильно набухлий крохмаль (свіжовипечений хліб), 3 — гель на початку утворення кристалічної структури (початок черствіння хліба), 4 — гель з кристалічною структурою (черствий хліб)

печеному хлібі стінки пор — це набухла система, в якій частина молекул води зв'язана, друга — розподілена у міжмолекулярних просторах денатурованого білку і частково клейстеризованого крохмалю. Ця система розглядається як набухлий безструктурний еластичний драгль.

При охолодженні та зберіганні хліба гнучкі ланцюги молекул крохмалю зближуються і утворюють механічно міцну сітку, яка утримується міжмолекулярними ван-дерваальсовими силами.

Вода, яка міститься у мікропорожнинах, що утворилися, знаходиться в упорядкованому стані завдяки високій полярності її молекул і електростатичним си-

лам поверхні мікропорожнин, стінки яких утворені молекулами крохмалю та білків. У результаті цього виникає єдина структурна система молекул води, крохмалю і білків, хліб набуває ознак черствості.

При освіжуванні хліба шляхом нагрівання структура води в мікропорожнинах руйнується і ланцюги високополімерів можуть повернутись у стан, притаманний свіжовипеченому хлібу.

Багато досліджень присвячено вивченню зміни співвідношення вільної та зв'язаної води у хлібі. Зміни цього співвідношення впливають на властивості м'якушки, а при зберіганні характеризують ступінь збереження свіжості. Так, дослідженнями, проведеними в КТХПі В.Г.Юрчак, Н.І.Берзіною, І.М.Ройтером при вивченні впливу різних технологічних факторів на ступінь черствіння хліба і вміст зв'язаної води, встановлено, що погіршення стислості м'якушки хліба супроводжується зменшенням вмісту в ньому зв'язаної води (табл. 9.3).

Таблиця 9.3. Вміст зв'язаної води

Показники	Зберігання хліба, год.		
	3		
Вологість хліба, %	42,8	41,5	41,3
Стислість м'якушки, од. пенетрометра	51,0	40,0	29,0
Вміст зв'язаної води, % до загальної кількості	38,4	28,5	19,3

Очевидно, зниження кількості зв'язаної води є наслідком змін, які відбуваються в крохмалі та білках при зберіганні хліба.

Роль температури у процесах черствіння. Вплив температури при зберіганні хліба на його черствіння досліджено досить глибоко. Встановлено, що черствіння уповільнюється при більш високій температурі та прискорюється при її зниженні.

На рис. 9.6 показана стислість м'якушки батонів з пшеничного борошна 1 сорту після випікання при різній температурі.

В межах температур від 1 до 10 °С швидкість черствіння суттєво не змінюється. В разі підвищення температури з 10 до 30 °С черствіння уповільнюється. Про це свідчить вища стислість м'якушки на пенетрометрі.

Деякі дослідники вважають, що черствіння хліба подібне до процесів кристалізації високополімерних систем при охолодженні. Швидкість процесу кристалізації зростає зі зниженням температури, проходить через максимум, після чого знижується до нуля, тобто до температури, при якій рухливість молекул стає надто низькою для того, щоб відбулася кристалізація.

Дані, наведені в табл. 9.4, підтверджують, що черствіння хліба підлягає цій закономірності. Хліб зберігає свіжість в інтервалі температур від 60 до 90 °С і від -20 °С і нижчій. При зниженні температури зберігання з 50 до -2 °С

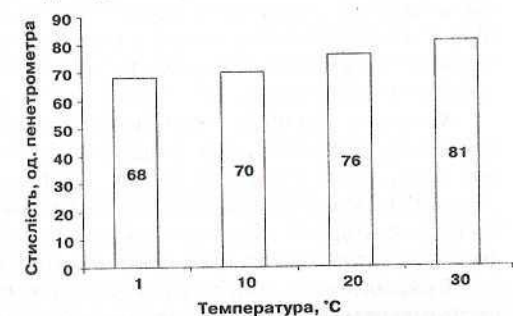


Рис. 9.6. Вплив температури зберігання на стан м'якушки батонів (через 6 годин зберігання)

Таблиця 9.4. Ступінь свіжості хліба при його зберіганні після випікання при різних температурах*

Температура, °С	Температура, °С	Температура, °С	Температура, °С
85-92	Свіжий	0	Зовсім черствий
70	Свіжий	-2	Зовсім черствий
60	Свіжий	-6	Черствий
50	Майже свіжий	-7	Напівчерствий
40	Ознаки черствіння	-10	Напівчерствий
30	Напівчерствий	-20	Свіжий
17	Черствий	-30	Зовсім свіжий

* Дані одержані шляхом дослідження набухання м'якушки хліба

швидкість черствіння хліба зростає до максимуму, після чого зменшується, а при -20°C призупиняється. Найшвидше черствіють вироби в інтервалі температур від $+24$ до -7°C .

Збереження хлібом свіжості при температурі 60°C і вище обумовлене нестійкістю кристалічної форми крохмальних молекул при високій температурі, що перешкоджає кристалізації крохмалю. На жаль, зберігати хліб при температурі 60°C практично недоцільно. При підвищеній температурі відбувається велике усихання хліба і можлива його мікробіологічна порча. При низьких температурах (глибокому заморожуванню) знижується кінетична рухливість молекулярних ланцюгів амілози і амілопектину крохмалю, що запобігає ретроградації крохмалю та ущільненню білку. Тому ефективним способом запобігання черствінню може бути заморожування виробів. Охолоджені після випікання хліб швидко заморожують при температурі $-(20-30)^{\circ}\text{C}$ зі швидкістю циркуляції повітря до 3 м/с . Заморожені вироби зберігають при температурі від -15 до -20°C . Щоб запобігти глибоким змінам у біополімерах хліба, його не рекомендується зберігати в замороженому стані довше 10 діб. Розморожені вироби практично зберігають якість свіжих.

Фактори, що обумовлюють сповільнення черствіння. Черствіння хліба зумовлене його висиханням і старінням високополімерів — крохмалю та білку. В результаті цих процесів знижується гідрофільність колоїдів хліба, погіршується здатність м'якушки до набухання та поглинання води, змінюється його мікроструктура. Факторами, що впливають на черствіння, є якість хліба, склад рецептури, параметри технологічного режиму виробництва хліба, умови зберігання.

Технологічний процес приготування хліба повинен забезпечити високу якість продукції. Хліб, що має великий об'єм, добре розвинену пористість, суху еластичну м'якушку, краще зберігає свіжість. Сповільнюють процес черствіння технологічні заходи, при застосуванні яких зростає ступінь набухання колоїдів борошна, поглиблюється ферментативний гідроліз крохмалю та білків у процесі приготування тіста. Повільніше черствіє хліб, виготовлений на великих рідкій або густій опарах, на рідких дріжджах. Ефективні в цьому відношенні підсилена механічна обробка тіста, оптимальні режими вистоювання і випікання хліба, а також дотримання норм зволоження пекарної камери.

Краще зберігають свіжість вироби, виготовлені з високобілкового борошна або з додаванням білків. Білки роблять структуру м'якушки хліба міцнішою, підсилюються гідратаційні зв'язки. Це уповільнює втрату вологи при зберіганні хліба.

Цукор і продукти гідролізу крохмалю — мальтозна і глюкозна патоки здатні затримувати процес черствіння. Сповільнюють черствіння хліба, підвищуючи

його гідрофільні властивості, ферментні препарати, гідрофільні колоїди — карбюлоза, метилцелюлоза, Na-карбоксиметилцелюлоза, жири. Поверхнево-активні речовини утворюють комплекси з крохмальними полісахаридами, тим самим перешкоджають агрегації амілози та амілопектину крохмалю, що відбувається при старінні м'якушки хліба.

Процес ретроградації крохмалю затримується при додаванні до нього пентозанів. Тому житній і житньо-пшеничний хліб, у якому міститься більше пентозанів, ніж у пшеничному, повільніше черствіє.

Ефективно затримує процес черствіння ферментний препарат Новаміл, що містить мальтогенну α -амілазу. Цей фермент, маючи температурний оптимум $54-75^{\circ}\text{C}$, проявляє найбільшу активність при температурі клейстеризації крохмалю. Він гідролізує амілозу і амілопектин з утворенням переважно мальтози і низькомолекулярних декстринів, але надмірної деполімеризації крохмалю не відбувається, тому що мальтогенна амілаза швидко інактивується при температурі, вищій за 75°C .

Внаслідок накопичення в м'якушці мальтози і низькомолекулярних декстринів у хлібі збільшується кількість зв'язаної води, затримується процес ретроградації крохмалю.

Застосування Новамілу може подовжити тривалість зберігання виробами свіжості до 3-х діб.

Для зменшення усихання хліба рекомендується його швидко охолодити і зберігати при підвищеній відносній вологості повітря у спеціально пристосованих для цієї мети зашторених вагонетках, закритих контейнерах або в камерах з кондиціонуючими пристроями.

Значно сповільнюється процес черствіння при пакуванні виробів. Пакувальні матеріали не повинні впливати на їх органолептичні властивості, пропускати вологу і леткі речовини.

Одним з ефективних способів зберігання свіжості виробів є їх заморожування. При надмірно низьких температурах відсутні умови для переходу високополімерних сполук у кристалічний стан.

9.3. Зміни смаку і аромату хліба при зберіганні

При зберіганні хлібобулочних виробів у результаті низки фізико-хімічних та біохімічних процесів погіршується їх смак і аромат. Якісний склад сполук, що обумовлюють аромат хліба, не змінюється, відбувається зменшення вмісту складових ароматичного комплексу.

Частина ароматичних речовин звітряється зі скоринки хліба в оточуюче середовище, інша частина дифундує зі скоринки до м'якушки. Деякі компоненти ароматичного комплексу адсорбуються на біополімерах м'якушки і переходять у зв'язаний стан. Відбувається також окислення деяких альдегідів, що збіднює аромат хліба.

Найбільше значення у втраті ароматоутворювальних речовин надається їх звітряванню та адсорбції крохмалем і білками. Вміст ароматоутворювальних речовин у скоринці значно більший, ніж у м'якушці. У процесі зберігання він зменшується. У м'якушці та підскоринковому шарі після випікання вміст ароматоутворювальних речовин спочатку зростає, очевидно, внаслідок дифузії їх із скоринки; при подальшому зберіганні зменшується і в м'якушці. Причиною цьо-

го явища можуть бути фізико-хімічні процеси, що обумовлюють їх зв'язування, або певні хімічні перетворення цих речовин. Поява специфічного запаху і присмаку черствого хліба є наслідком окислювальних та інших процесів, що відбуваються в ньому при зберіганні.

Стан свіжості хліба можна охарактеризувати методом сенсорного аналізу (м'якість, смак і аромат), інструментальними методами або визначенням хімічних перетворень його складових.

В основі майже всіх методів лежить характеристика змін властивостей м'якушки. Найбільше поширення набули методи визначення структурно-механічних властивостей м'якушки (стислість, пластичність, пружність) на пенетрометрі, еластографі або інших приладах. Визначають також здатність м'якушки хліба кришитись.

Застосовуються методи, що ґрунтуються на визначенні гідрофільних властивостей м'якушки: за набуханням її у воді, в'язкістю суспензії в амілографі, здатністю колоїдів м'якушки зв'язувати воду на фаринографі або індикаторним методом.

Свіжість м'якушки можна охарактеризувати атакуемістю крохмалю амілазами, а також вмістом у ньому водорозчинних речовин, вмістом зв'язаної та вільної води. Знайшли визнання методи дослідження мікроструктури м'якушки хліба на електронному мікроскопі, а також рентгеноспектрографічні дослідження стану м'якушки.

Контрольні питання до розділу 9

1. Які правила укладання хлібних виробів у тару? За якими ознаками відбраковується хліб перед відправкою його до споживача?
2. Які процеси відбуваються в хлібобулочних виробках при зберіганні?
3. Внаслідок яких теплофізичних процесів відбувається усихання хліба? Які фактори на нього впливають?
4. Охарактеризуйте сутність черствіння і фактори, що впливають на цей процес.
5. Яку роль відіграють крохмаль і пентозани у процесі черствіння хліба?
6. Яка роль білків у процесі черствіння хліба?
7. Як впливає температура оточуючого середовища на швидкість черствіння хліба?
8. Яка роль води у процесах черствіння хліба?
9. Які фактори обумовлюють уповільнення процесу черствіння хліба?
10. Внаслідок чого змінюється смак і аромат хліба при зберіганні?
11. Як здійснюється упаковка готових виробів? Як впливає упаковка на процеси усихання і черствіння хлібобулочних виробів?

Розділ 10

ВИХІД ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ І ФАКТОРИ, ЩО НА НЬОГО ВПЛИВАЮТЬ

Поняття «вихід хліба» характеризує, скільки готових виробів (по масі) одержано із 100 кг борошна та іншої сировини, передбаченої рецептурою на даний вид виробів. Вихід хліба визначається як відношення маси охолоджених виробів до маси витраченого на їх виготовлення борошна, виражене у процентах:

$$B_x = \frac{G_x \cdot 100}{G_6}$$

де B_x — вихід хліба, %; G_x — маса охолодженого хліба, кг; G_6 — маса борошна, кг.

Якщо до рецептури виробів входить солод, то його маса додається до маси борошна.

Масу хліба, що був використаний у вигляді хлібної мочки або кришива, при підрахунку виходу віднімають від загальної маси виробів.

Різні вироби мають різний склад рецептури, різну вологість, тому і вихід їх із 100 кг борошна різний. Так, вихід хліба українського нового становить 142–144, батонів нарізних — 136–139, бубликів українських — 128–129 %. Планові норми виходу виробів встановлюються при вологості борошна 14,5 % і коригуються залежно від фактичної вологості борошна за формулою, %:

$$B_\phi = \frac{B_n \cdot 100}{[100 - (14,5 - W_6)]}$$

де B_ϕ — вихід у перерахунку на фактичну вологість борошна, %; B_n — плановий вихід хліба у % при вологості борошна 14,5 %; W_6 — фактична вологість борошна, %.

Для перевірки відповідності фактично отриманого виходу хліба плановому розраховують фактичний вихід, зведений до борошна вологістю 14,5 % ($B_{14,5}$) за формулою, %:

$$B_{14,5} = \frac{B_\phi \cdot 100}{[100 - (W_6 - 14,5)]}$$

Якщо фактична вологість борошна менша за 12 %, то при перерахунку її прирівнюють до 12 %, бо надмірно сухе борошно не поглинає розрахункової кількості води при замішуванні тіста.

Вихід хліба (B_x) обумовлюється виходом тіста (G_t), виготовленого з сировини, передбаченої рецептурою, а також величиною технологічних затрат (Z) і технологічних втрат (B) у процесі його виготовлення.

До технологічних затрат відносять затрати, викликані процесами, що відбуваються при виготовленні та під час зберігання виробів і забезпечують їх якість. Це процеси бродіння, оброблення тіста, випікання, зберігання хліба. Вони в технологічному процесі неминучі.

До технологічних втрат відносять втрати борошна від розпили, механічні втрати тіста, втрати у вигляді крихт і лому хліба, втрати внаслідок відхилення фактичної маси штучних виробів від нормативної та втрати від переробки бракованих виробів.

Технологічні втрати не є технологічно необхідними, вони залежать від культури виробництва, експлуатації обладнання, організації праці тощо, і мають бути якомога нижчими.

Вихід хліба обчислюється за формулою, кг:

$$B_x = G_r - (B_0 + B_r + Z_{op} + Z_{opb} + Z_{up} + Z_{ukl} + Z_{yc} + B_{kp} + B_{шт} + B_{op})$$

де B_0 — втрати борошна до замішування напівфабрикатів; B_r — втрати борошна та тіста від початку замішування до посадки тістових заготовок у піч; Z_{op} — затрати при бродінні напівфабрикатів; Z_{opb} — затрати при обробленні тіста; Z_{up} — затрати під час випікання (упікання); Z_{ukl} — зменшення маси хліба при транспортуванні його від печі та при укладанні на вагонетки або у контейнери; Z_{yc} — затрати під час зберігання хліба (усихання); B_{kp} — втрати хліба у вигляді крихт і лому; $B_{шт}$ — втрати від неточності маси хліба при приготуванні штучних виробів; B_{op} — втрати від переробки браку.

Всі втрати і затрати виражають у перерахунку на масу тіста (вихід тіста) із 100 кг борошна у кілограмах.

Фактично перелічені втрати і затрати встановлюються для кожного виду виробів залежно від умов виробництва й періодично контролюються.

Вихід тіста (G_r) розраховують за формулами:

$$G_r = G_{сир} (100 - W_{сп}) / (100 - W_r) \text{ (кг)}$$

$$\text{або } G_r = G_{сп} \cdot 100 / (100 - W_r) \text{ (кг)},$$

де $G_{сир}$ — сумарна маса сировини за рецептурою, кг; $G_{сп}$ — сумарна маса сухих речовин сировини за рецептурою, кг; $W_{сп}$ — середньо зважена вологість сировини, %; W_r — вологість тіста, %.

Втрати борошна до замішування напівфабрикатів (B_0) визначають шляхом обліку втрат борошна від розпили в борошняному складі, силосному відділенні, на транспортуючих комунікаціях, сходу із просіювачів і вибою від мішків. Зібране борошно і борошняний пил зважують. Вибій від мішків збирають і зважують окремо.

Визначають сумарні втрати борошна в % до маси прийнятого борошна (g_0):

$$g_0 = \frac{G_{0,в}}{G_0} \cdot 100$$

де $G_{0,в}$ — сумарні втрати борошна, кг; G_0 — маса прийнятого борошна, кг. Ці втрати при тарному зберіганні борошна складають 0,1–0,15 %, а при безтарному — 0,02–0,06 % від маси борошна, що надійшло на склад.

Втрати борошна в кілограмах на вихід тіста розраховують за формулою, кг:

$$B_0 = \frac{g_0(100 - W_0)}{100 - W_r}$$

Для зменшення цих втрат необхідно слідкувати за цілістю мішків, герметичністю борошнопросіювальних ліній, станом сит на просіювачах. Залишки борошна на мішках становлять 50–75 г на один мішок.

При безтарному зберіганні борошна необхідно забезпечити герметичність обладнання для його приймання, зберігання і транспортування, а також надійну роботу фільтрів для очистки транспортуючого повітря та аспіраційних систем.

Втрати борошна і тіста в період від замішування напівфабрикатів до посадки тістових заготовок у піч (B_r) визначають шляхом обліку кількості підмету борошняного пилу, борошна і тіста у тістомісильному й тістообробному відділеннях, тістових відходів при обробленні, формуванні та вистоюванні тіста за період спостережень:

$$B_r = \frac{g_r(100 - W_{сп})}{100 - W_r}$$

де g_r — маса підмету і відходів тіста, кг на 100 кг борошна; $W_{сп}$ — середньозважена вологість підмету (вологість борошняних відходів приймається рівною 14,5 %, тістових відходів — визначається на приладі ВЧМ або ОВТ-012).

На цьому етапі виробництва може бути розпил борошна при замішуванні опари чи тіста, обробленні тіста, якщо борошно використовується для підсіпки при поділі та формуванні тістових заготовок. У разі недостатньо відрегульованого обладнання для оброблення тіста відбувається механічне відщеплення шматочків тіста (тістова крихта) на тістоподільниках, тістоокруглювачах тощо.

Для зменшення втрат не слід переповнювати діжі чи інші ємкості для бродіння напівфабрикатів, необхідно слідкувати за роботою тістооброблювального обладнання, а також агрегатів чи шаф для вистоювання тістових заготовок.

Велике значення для зниження втрат мають структурно-механічні властивості тіста. Воно має бути вибродженим, не липким. Ці втрати становлять при безперервному приготуванні тіста 0,03–0,05 % до маси борошна.

Затрати при бродінні напівфабрикатів (Z_{op}). Затрати сухих речовин на бродіння обумовлені звітренням диоксиду вуглецю і частковим випаровуванням води з поверхні напівфабрикатів під час бродіння і вистоювання тістових заготовок.

Кількість сухих речовин, витрачених при бродінні напівфабрикатів з пшеничного борошна визначають за вмістом спирту, а з житнього і житньо-пшеничного борошна — за вмістом спирту і летких кислот у тісті перед його посадкою в піч.

Вміст летких кислот визначають у перерахунку на оцтову кислоту, в %. Витрати сухих речовин на бродіння визначають за формулами: для пшеничного тіста

$$G_{сух} = \frac{G_{сп}^r \cdot 100 \cdot 1,96}{100 - W_r}$$

для житнього тіста

$$G_{сух} = \frac{(G_{сп}^r + 0,77L_k) \cdot 100 \cdot 1,96}{100 - W_r}$$

де $G'_{сп}$ — масова частка спирту в тісті, %; $Lк$ — масова частка летких кислот в тісті в перерахунку на оцтову ($Lк=0,06 \cdot x$), %; 1,96 — коефіцієнт перерахунку кількості спирту на цукор, затрачений на бродіння і утворення даної кількості спирту; 0,77 — коефіцієнт перерахунку кількості оцтової кислоти на еквівалентну кількість спирту, витраченого на її утворення.

Затрати при бродінні визначають в кг за витратою сухих речовин на бродіння або за вмістом спирту і летких кислот в тісті.

За витратою сухих речовин розрахунок роблять за формулою

$$Z_{бр} = \frac{g_{сук} \cdot 0,95(G_{сир} - g_{обр})(100 - W_{ср})}{100 - W_t}$$

де 0,95 — коефіцієнт перерахунку кількості спирту на еквівалентну кількість диоксида вуглецю; $g_{обр}$ — маса борошна, витраченого на оброблення тіста, кг.

За вмістом спирту розрахунок роблять за формулами:
для пшеничного тіста

$$Z_{бр} = \frac{0,95G'_{сп}(G_{сир} - g_{обр})(100 - W_{ср})}{(100 - W_t)^2}$$

для житнього тіста

$$Z_{бр} = \frac{(0,95G'_{сп} + 0,73Lк)(G_{сир} - g_{обр})(100 - W_{ср})}{(100 - W_t)^2}$$

де 0,73 — коефіцієнт перерахунку летких кислот на еквівалентну кількість диоксида вуглецю.

Для зменшення затрат на бродіння необхідно обирати оптимальний спосіб приготування тіста для кожного виду виробів, який забезпечує високу якість продукції та мінімальні затрати.

Середні затрати на бродіння, в % до маси борошна в тісті, становлять при приготуванні тіста: на традиційній густій опарі — 3,3; на великій густій опарі — 3,1; на великій рідкій опарі — 2,8; на дисперсній фазі — 2,2; безопарним способом — 2,5; прискореним способом — 1,8.

Затрати при обробленні тіста. При обробленні тіста, щоб запобігти прилипанню тістових заготовок до формуючих органів обладнання, а також транспортерів, їх посипають борошном. Це борошно не поглинає воду, тобто воно не спроможне у повній мірі приймати участь у формуванні величини виходу тіста і хліба. $Z_{обр}$ відображає, наскільки зменшився вихід тіста внаслідок того, що борошно, яке залишилось на поверхні сформованих виробів, не прийняло участі в його формуванні.

Для визначення затрат при обробленні тіста необхідно точно знати, скільки борошна пішло на оброблення тіста, в кг із 100 кг борошна, витраченого на приготування виробів ($g_{обр}$). Витрати борошна на оброблення тіста визначають як різницю між кількістю борошна, взятого на оброблення на початку зміни, і кількістю борошна, що залишилося у кінці зміни невикористаним.

На оброблення тіста витрачають від 0,6 до 1 % загальної маси борошна. Затрати при обробленні тіста, кг, розраховують за формулою:

$$Z_{обр} = \frac{g_{обр}(W_t - W_0)}{100 - W_t}$$

Для зменшення цих затрат або їх повної ліквідації застосовують замість підсики обдування тістових заготовок повітрям, обробляють поверхню робочих органів тістоформуючих машин і транспортерів антиадгезійними матеріалами, використовують для підсики сухарне кришиво.

Упикання ($Z_{уп}$). Під час випікання маса тістових заготовок зменшується внаслідок випаровування води і вивітрювання летких речовин. Різниця між масою тістової заготовки і масою гарячого хліба у момент виходу його з печі відображає масу упікання.

Упикання ($g_{уп}$) визначається як відношення різниці між масою гарячого хліба і тістової заготовки до маси тістової заготовки і виражається у %:

$$g_{уп} = \frac{(G_{та} - G_{гх})}{G_{та}} \cdot 100$$

де $G_{та}$ — маса тістових заготовок, кг; $G_{гх}$ — маса гарячого хліба, кг.

На колісково-подикових печах і печах із стрічковим подом упікання розраховують в окремих хлібинах, розташованих по всій ширині коліски чи ширині поду печі при повному завантаженні останньої. Зразки для визначення відбирають ступінчасто. Наприклад, на першій колісці відбирають першу хлібину, на другій — другу і так доти, поки не будуть зважені всі вироби по довжині коліски або ширині поду. Хліб після виходу з печі швидко зважують. Упикання є найбільшою технологічною затратою у процесі приготування хліба. Його величина, залежно від сорту, виду, маси виробів, марки печі, коливається від 6 до 12 % від маси тістової заготовки.

Затрати на упікання (у кг) визначають за формулою:

$$Z_{уп} = \frac{g_{уп}[G_t - (B_0 + B_t + Z_{бр} + Z_{обр})]}{100}$$

Для зменшення затрат на упікання необхідно обирати оптимальний температурний і вологісний режими випікання, збризкувати тістові заготовки перед посадкою в піч і перед виходом їх із печі. Цей захід зменшує упікання на 0,5%.

Затрати в період від виходу хліба з печі до повного завантаження ним вагонетки ($Z_{укл}$). Зважують не менше 10 виробів, що виходять з печі й укладаються на вагонетку. Вироби для контролю відбирають від кожних 20–30 шт гарячого хліба. Після заповнення вагонетки раніше зважені вироби знову зважують у тій же послідовності. Розраховують зменшення маси гарячого хліба при укладанні по відношенню до його початкової маси ($g_{укл}$), %:

$$g_{укл} = \frac{(G_{гх} - G_{ху})}{G_{гх}} \cdot 100$$

де $G_{ху}$ — маса хліба після укладання, кг.

$$Z_{укл} = g_{укл} [G_t - (B_0 + B_t + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп})] / 100 \text{ (кг)}$$

Затрати під час зберігання хліба — усихання ($Z_{ус}$). Усихання відбувається при охолодженні та зберіганні виробів унаслідок втрати ними вологи.

Усихання визначають як відношення різниці між масою гарячого і холодного хліба до маси гарячого хліба і розраховують за формулою:

$$g_{ус} = \frac{(G_{гх} - G_{хх})}{G_{гх}} \cdot 100$$

де G_{xx} — маса холодного хліба, кг.

Щоб визначити величину усихання, зважують не менше двох вагонеток після заповнення їх хлібом і по закінченню терміну зберігання даних виробів, передбаченого особливими умовами постачання хлібобулочних виробів. Погодинно вимірюють у трьох виробках, взятих з різних місць партії, температуру м'якушки, а також температуру та відносну вологість повітря у хлібосховищі. Усихання виробів можна знизити шляхом їх швидкого охолодження. Доцільно проводити пакування продукції. Величина усихання складає 2,5–4 %.

Затрати при зберіганні хліба, в кг, розраховують за формулою:

$$Z_{yc} = g_{yc} [G_t - (B_b + B_t + Z_{br} + Z_{obr} + Z_{yn} + Z_{ykn})]/100.$$

Втрати хліба у вигляді крихти і лому ($B_{кр}$) виникають під час вивантаження виробів із печі, вибивання формового хліба із форм, в результаті деформації продукції при транспортуванні, на циркуляційних столах.

Ці втрати визначають шляхом збирання і зважування крихти і шматків хліба у місцях їх накопичення: у піддоні, біля столу для вибивання хліба, у місці укладання хліба на вагонетки.

Втрати у вигляді крихти і лому по відношенню до маси остиглого хліба ($g_{кр}$), %, розраховують за формулою:

$$g_{кр} = G_{кр} \cdot 100/G_{xx},$$

де $G_{кр}$ — маса крихти і лому, кг; G_{xx} — маса остиглого хліба, кг,

а по відношенню до маси тіста із 100 кг борошна — за формулою:

$$B_{кр} = g_{кр} [G_t - (B_b + B_t + Z_{br} + Z_{obr} + Z_{yn} + Z_{yc} + Z_{ykn})]/100 \text{ (кг)}.$$

Для житніх і житньо-пшеничних сортів хліба ці втрати становлять приблизно 0,02 %, а для пшеничних сортів хліба і булочних виробів — 0,03 % до маси остиглого хліба.

Для зниження втрат необхідно слідкувати за станом хлібних форм, їх своєчасною антиадгезійним обробленням, а також не переповнювати продукцією циркуляційні столи, додержуватись правил укладання виробів у лотки.

Втрати внаслідок відхилення фактичної маси штучних виробів від нормативної ($B_{шт}$). Ці втрати є наслідком неточності роботи тістоподільних машин, різної величини упікання по ширині люльки або поду, а також різної величини усихання внаслідок неоднакових умов зберігання окремо взятого виробу на вагонетці або в контейнері.

Втрати у штучному хлібі внаслідок відхилення від нормативної маси визначають за відхиленням дійсної маси штучних виробів від нормативної. Для цього перед відправленням до торговельної мережі зважують завантажену хлібом вагонетку. Знаючи кількість виробів на ній, визначають середню масу одного виробу та відхилення від її нормативної маси ($g_{шт}$), %:

$$g_{шт} = (G_{xf} - G_n) \cdot 100 / G_n,$$

де G_{xf} — фактична маса виробів; G_n — нормативна маса виробів.

Ці втрати складає 0,4–0,5 % до маси хліба.

$$B_{шт} = g_{шт} [G_t - (B_b + B_t + Z_{br} + Z_{obr} + Z_{yn} + Z_{ykn} + Z_{yc} + B_{кр})]/100.$$

Для зменшення втрат внаслідок відхилення у масі від нормативної необхідно слідкувати за точністю роботи тістоподільних машин, вирівнювати теплові напруження на подах печей, забезпечувати умови для рівномірного усихання виробів. З цієї метою доцільно застосовувати спеціальні охолоджуючі пристрої.

Втрати від переробки бракованих виробів ($B_{бр}$). У переробку допускаються лише санітарно допустимі вироби: без плісняви, горілості, захворювань, не забруднені. При переробці маса бракованого хліба зменшується. На основі експериментальних досліджень коефіцієнт зменшення маси бракованого хліба при його переробці прийнято вважати рівним 0,05.

Для визначення втрат від переробки бракованих виробів зважують відбраковану продукцію за період спостережень і, знаючи коефіцієнт, що враховує зменшення маси бракованого хліба при його повторній переробці (він приймається рівним 0,05), розраховують втрати від переробки бракованих виробів ($g_{бр}$).

$$g_{бр} = G_{бр} \cdot E,$$

де $G_{бр}$ — кількість браку, % від маси виробленого охолодженого хліба; E — коефіцієнт, рівний 0,05.

$$B_{бр} = g_{бр} [G_t - (B_b + B_t + Z_{br} + Z_{obr} + Z_{yn} + Z_{ykn} + Z_{yc} + B_{кр} + B_{шт})]/100 \text{ (кг)}.$$

Розмір втрат від переробки бракованого хліба в умовах виробництва складає близько 0,02 % до маси борошна. Зменшення цих втрат тісно пов'язане зі зменшенням виробництва бракованої продукції та поверненням її з торговельної мережі за черствінням.

На основі результатів визначення величини технологічних затрат і втрат розраховують вихід хліба за окремими видами і агрегатами.

Технологічні затрати і втрати за величиною різні залежно від виду виробів, параметрів технологічного процесу їх виробництва, стану і складу обладнання.

Серед факторів, що впливають на вихід хліба, першорядне значення мають вологість борошна, його хлібопекарські властивості, спосіб приготування тіста, технологічний режим випікання і остигання хліба. Чим нижча вологість борошна (але не менше за 12 %), тим більший вихід хліба. При зміні вологості на 1 % вихід готових виробів змінюється на 1,5–2,0 %.

Борошно з низькими хлібопекарськими властивостями, особливо із слабкою за силою клейковиною, має низьку водопоглинальну здатність, знижену формостійкість. Це потребує зменшення проти норми вологості тіста з такого борошна, що веде до зниження виходу хліба. Зниження вологості тіста на 1,0 % призводить до зниження виходу хліба приблизно на 2 %.

Суттєве значення для підвищення виходу хліба має спосіб приготування тіста. Важливими факторами, що впливають на вихід хліба, є дотримання технологічного режиму випікання тістових заготовок і зберігання хліба. Зниження упікання на 0,5 % забезпечує економію 0,25 кг борошна на 100 кг виготовленого хліба, зниження усихання на 1 % підвищує вихід хліба приблизно на 1,7 %.

На виробництві визначення величини затрат і втрат необхідно періодично повторювати. Упікання і усихання хліба рекомендується визначати покварталь-

но. Вихід хліба періодично контролюється шляхом проведення пробної виробничої випічки.

Розрахунок виходу хліба в умовах пекарень. В умовах пекарень фактичне визначення затрат і втрат за стадіями виробництва утруднене у зв'язку зі специфікою виробництва, тому їх визначають шляхом розрахунку, використовуючи відповідні коефіцієнти. Вихід хліба визначають за формулою (умовні значення індексів такі ж, як при розрахунку виходу в умовах підприємств):

$$V_x = G_T - (B_0 + B_1 + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + V_{кр} + V_{шт} + V_{бр}).$$

Втрати борошна до замішування напівфабрикатів (B_0), у кг, визначають, використовуючи коефіцієнт $K = 0,1$.

$$B_0 = \frac{0,1 \cdot (100 - 14,5)}{100 - W_t}$$

Втрати борошна на тісто від початку замішування до посадки тістових заготовок у піч (B_1), у кг, визначають, використовуючи коефіцієнт $K = 0,06$.

$$B_1 = \frac{0,06 \cdot (100 - 14,5)}{100 - W_t}$$

Затрати при бродінні напівфабрикатів ($Z_{бр}$), у кг, визначають, використовуючи коефіцієнт $K = 2,0-3,5$, залежно від способу приготування тіста, в середньому приймають $K = 3$.

$$Z_{бр} = \frac{3 \cdot 0,95(G_{спир} - g_{обр})(100 - W_{сп})}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - W_t)}$$

де 1,96 — коефіцієнт перерахунку кількості спирту на цукор, витрачений на бродіння.

Для визначення затрат на обробку ($Z_{обр}$), кг, використовують коефіцієнт $K = 0,6-0,8$, в середньому $K = 0,7$.

$$Z_{обр} = 0,7 \cdot [G_T - (B_0 + B_1 + Z_{бр})]/100.$$

Упікання ($Z_{уп}$) визначають, використовуючи коефіцієнт $K = 8,5-12,5$, в середньому $K = 10$.

$$Z_{уп} = 10 \cdot [G_T - (B_0 + B_1 + Z_{бр} + Z_{обр})]/100 \text{ (кг)}.$$

Затрати на укладання виробів ($Z_{укл}$) визначають, використовуючи коефіцієнт $K = 0,7$.

$$Z_{укл} = 0,7 \cdot [G_T - (B_0 + B_1 + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп})]/100 \text{ (кг)}.$$

Затрати на усихання ($Z_{ус}$) визначають, використовуючи коефіцієнт $K = 4$.

$$Z_{ус} = 4 \cdot [G_T - (B_0 + B_1 + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{укл})]/100 \text{ (кг)}.$$

Втрати хліба у вигляді крихти і лому ($V_{бр}$) визначають, використовуючи коефіцієнт 0,03.

$$V_{бр} = 0,03 \cdot [G_T - (B_0 + B_1 + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус})]/100 \text{ (кг)}.$$

Втрати від неточності маси хліба при приготуванні штучних виробів ($V_{шт}$) визначають, використовуючи коефіцієнт 0,5.

$$V_{шт} = 0,5 \cdot [G_T - (B_0 + B_1 + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + V_{кр})]/100 \text{ (кг)}.$$

Втрати від переробки браку ($V_{бр}$) визначають, використовуючи коефіцієнт $K = 0,02$.

$$V_{бр} = 0,02 \cdot [G_T - (B_0 + B_1 + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + V_{кр} + V_{шт})]/100 \text{ (кг)}.$$

Після розрахунку всіх затрат і втрат визначають вихід хліба.

Контрольні питання до розділу 10

1. Дайте визначення поняття «вихід хліба».
2. Як розрахувати вихід хліба?
3. Охарактеризуйте технологічні затрати, що впливають на вихід хліба.
4. Охарактеризуйте технологічні втрати, що впливають на вихід хліба.
5. Яка різниця між плановим виходом і фактичним? Як перерахувати величину фактичного виходу на величину планового виходу?
6. Як впливає на величину виходу вологість борошна і вологість тіста?
7. Які технологічні затрати максимально впливають на вихід хліба?
8. Які заходи сприяють зниженню технологічних затрат і втрат?
9. Як здійснюється контроль виходу на хлібопекарських підприємствах?
10. Охарактеризуйте особливості визначення виходу хліба в умовах пекарень.

АСОРТИМЕНТ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ. ТЕХНОЛОГІЯ ЗДОБНИХ, БУБЛИЧНИХ, СУХАРНИХ І ДЕЯКИХ ІНШИХ ВИДІВ ВИРОБІВ

11.1. Асортимент хлібобулочних виробів

Хлібопекарська промисловість за довгі роки свого існування напрацювала широкий асортимент виробів. Це різні види хліба, булочних, здобних, бубличних, сухарних, а також національних і лікувально-профілактичних виробів.

Відповідно до номенклатури групового асортименту, прийнятій органами статистики, всі види виробів об'єднані у такі групи:

- хліб житній із обойного борошна;
- хліб житній із обдирного і сіяного борошна;
- хліб житньо-пшеничний і пшенично-житній;
- хліб пшеничний із обойного борошна;
- хліб пшеничний із борошна II сорту;
- хліб пшеничний із борошна I сорту;
- хліб пшеничний із борошна вищого сорту;
- булочні вироби з борошна II сорту;
- булочні вироби з борошна I сорту;
- булочні вироби з борошна вищого сорту;
- бубличні вироби;
- здобні вироби;
- сухарі, хрусткі хлібці, грінки, в тому числі здобні сухарі;
- пироги, пиріжки, пончики.

Кожна група хлібних виробів об'єднує сотні найменувань і видів. Асортимент виробів постійно змінюється, поповнюється новими розробками.

Рецептура і технологія приготування численної різновидності виробів наводиться у збірниках рецептур і технологічних інструкціях, довідниках.

У ринкових умовах виробництва у зв'язку з конкуренцією на ринках збуту рецептури виробів і технологія їх приготування є власністю розробника і в засобах друку повністю не висвітлюється.

Питома вага окремих груп виробів у загальному об'ємі виробництва змінюється залежно від соціальних умов суспільства, купівельної спроможності населення регіону.

Так, у 2001 році в загальному об'ємі виробництва хлібобулочних виробів хліб становив 86 %, з яких біля 48 % був хліб з сортового пшеничного борошна, біля 38 % — з суміші житнього і пшеничного сортового борошна, 13,5 % — булочні та здобні вироби (рис. 11.1).

У західних і північних регіонах України переважає виробництво житньо-пшеничних сортів хліба, а в центральних і південних — хліб з пшеничного борошна I сорту.

Хліб з житнього і житньо-пшеничного борошна. З житнього обойного борошна виробляється хліб житній простий, в основному формовий штучний. Він має високу вологість — 51 % і високу кислотність — до 12 град.

З житнього обдирного борошна виготовляється хліб формовий і подовий. Він також має високу вологість (до 49 %) і кислотність 10–11 град. Ці сорти хліба користуються незначним попитом населення, їх виробництво становить 0,3–0,5 % у загальній масі хлібопекарської продукції.

Значно більше виготовляється хліба із суміші борошна житнього обдирного і пшеничного обойного, або II чи I сорту (35–40 %). В Україні серед житньо-пшеничних сортів хліба найбільше виробляються: хліб український, український новий, дарницький, столовий, козацький, чумацький. Всі ці види хліба можуть виготовлятися як подовими, так і формовими.

Хліб український виготовляють із борошна житнього обдирного і пшеничного обойного у співвідношеннях 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 60:40, 70:30, 80:20. Вологість його 48–50 %, а кислотність від 7,5 до 10 град, залежно від вмісту житнього борошна.

Хліб український новий виготовляють із борошна житнього обдирного і пшеничного II сорту у співвідношенні 80:20, 60:40, 50:50, 40:60. Вологість хліба — 47–48 %, кислотність — 8–10 град.

Хліб дарницький виробляють із борошна житнього обдирного (60 %) і пшеничного I сорту (40 %). Вологість дарницького подового хліба 47 %, кислотність 8 град.

Хліб столовий виготовляють із борошна житнього обдирного і пшеничного II сорту у співвідношенні 50:50 з додаванням 3,0 % цукру на 100 кг борошна.

Останнім часом у різних регіонах України розроблено низку нових видів хліба із суміші житнього і пшеничного борошна. Це — хліб козацький, чумацький, шахтарський, луцький, алчевський, прикарпатський тощо. Відрізняються вони між собою сортом пшеничного борошна і його співвідношенням з житнім. Виробляються як формовими, так і подовими, круглої, подовженої чи овальної форми.

Житньо-пшеничні сорти хліба мають приємний смак і яскраво виражений аромат, краще, ніж пшеничні, зберігають свіжість. Чим вищий вміст пшеничного борошна в рецептурі житньо-пшеничного хліба, тим краща пористість його м'якушки і нижча кислотність.

Види хліба, що містять заварку, називають заварними. До цієї групи належить хліб заварний з житнього обойного борошна, житньо-пшеничний заварний з обойного борошна, хліб московський, бородинський, київський заварний. Так, до складу рецептури хліба бородинського входить, %: 80 — житнього обойного

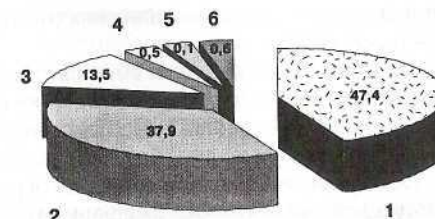


Рис. 11.1. Груповий асортимент хлібних виробів в % до загального об'єму, 2001 рік: 1 — хліб з пшеничного сортового борошна, 2 — хліб з суміші житнього і пшеничного сортового борошна, 3 — булочні і здобні вироби, 4 — бубличні вироби, 5 — сухарні вироби, 6 — інші вироби

борошна, 15 — борошна пшеничного II сорту, 5 — червоного солоду, 6 — цукру, 4 — патоки і 0,5 — коріандру.

Хліб київський заварний виробляють із суміші борошна житнього обойного і пшеничного II сорту з додаванням житнього ферментованого солоду, цукру, кмину. На приготування заварки використовують 10–12 % житнього борошна і весь солод, передбачений рецептурою. Виробляється формовим.

Хліб ризький випікають із суміші борошна житнього сіяного і пшеничного I сорту з додаванням ячмінного неферментованого солоду, патоки і кмину.

Поліпшені сорти хліба із суміші житнього і пшеничного борошна мають високу харчову цінність у порівнянні з простим хлібом із житньо-пшеничного борошна. Вони довше зберігають свіжість.

В Україні житні та житньо-пшеничні сорти хліба на комплексно-механізованих лініях виготовляють в основному на рідких заквасках. При порційному приготуванні тіста в діжах застосовують густі закваски.

Хліб з пшеничного борошна. На цей час виробляється хліб в основному із пшеничного сортового борошна. Виготовляють його як формовим, так і подовим. У загальній масі виробництва пшеничного хліба переважає хліб подовий з борошна I сорту (більше 65 %). Деякі види хліба можуть вироблятися із суміші борошна I або II сорту. Вологість хліба із сортового пшеничного борошна 43–45 %.

Хліб із борошна пшеничного II сорту готують як подовим, так і формовим. Для його виготовлення використовують борошно, сіль і хлібопекарські дріжджі, рідкі дріжджі або їх суміш. У рецептурі на деякі види хліба передбачена невелика кількість цукру.

Найбільш поширеними виробами з борошна II сорту є хліб пшеничний формовий і подовий, арнаут київський.

Арнаут київський виготовляють подовим, він має круглу форму з 2–3 злипами. Поверхня борошниста, світло-коричнева.

Представниками виду хліба, який виготовляють із суміші пшеничного борошна II і I сортів, є хліб кишинівський подовий круглої форми з двома невеликими злипами, а також красносільський, який окрім основної сировини, містить 3,0 % цукру. Виготовляють його подовжено-овальної форми з 3–6 навкісними надрізами або круглої форми з 1–3 прямими надрізами.

Хліб з пшеничного борошна першого і вищого сортів виготовляють переважно із основних видів сировини на пресованих дріжджах, деякі види — з додаванням маргарину, цукру, прянощів. Асортимент хліба з цих сортів борошна дуже великий. Так, з борошна як вищого, так і I сорту виробляються хліб пшеничний формовий і подовий, паляниці українська і тернопільська, хліб білий. З пшеничного борошна I сорту виготовляють хліб гірчичний, до складу якого входить цукор і гірчична олія, хліб житомирський з кмिनном, хліб шулявський, який містить маргарин, та інші види виробів.

Вироби з пшеничного борошна I і вищого сортів виготовляють переважно подовими круглої, іноді батонподібної форми.

Всі види хліба з пшеничного борошна виготовляють в основному опарним способом. У разі приготування тіста з борошна другого сорту і обойного здебільшого застосовують рідкі дріжджі.

Булочні вироби. Булочні вироби виготовляють переважно із пшеничного борошна I і вищого сортів. Це штучні вироби різної форми. У рецептуру більшості булочних виробів входить маргарин (2–8,0 кг) і цукор (1–6 кг) на 100 кг борошна, а також молоко сухе знежирене, патока, яйця, мак, прянощі тощо.

Найбільш поширеними видами булочних виробів є батони, плетінки, хали плетені, сайки, рогаики, булки.

Батони випікають різної маси (від 200 до 500 г) і форми: довгі й короткі, овальні, із загостреними чи заокругленими кінцями, з різною кількістю надрізів на поверхні. Це батони прості (без внесення додаткової сировини), нарізні, студентські, київські, львівські, особливі та інші. Форму батонів тістовим заготівкам надають на тістозакатних машинах.

Плетінки з маком сплітають з трьох тістових джгутів, поверхню посипають маком. Маса плетінки — 400 г. Хали плетуть з кількох тістових джгутів. Сайки випікають прості, гірчичні, з родзинками масою 200 г на листах або у формах. Листові сайки мають довгасту форму із заокругленими кінцями, бокові злипи. Булки міські виробляють масою 100 і 200 г, довгастої форми з гребінцем на верхній скоринці.

Різні види булочок мають здебільшого круглу форму, іноді з наколками або надрізами.

Булочні вироби виготовляють в основному опарним способом, іноді безопарним або прискореним на пресованих дріжджах.

При опарному способі приготування цукор, маргарин, олію, сухе молоко або іншу сировину додають при замішуванні тіста.

Здобні вироби. До цієї групи належать всі вироби, що містять у сумі 14 % і більше цукру і жиру. Це, наприклад, хліб донецький масою 0,4 і 0,8 кг, хліб святковий — масою 1 кг, а також різні дрібноштучні вироби масою 50, 100 або 200 г, які об'єднані під назвою «здоба».

Асортимент здоби різноманітний за рецептурою і формою, рис. 11.2.

Розпізнають здобу звичайну, виборзьку, вироби любительські, фігурні, листковані, булочки різної форми, ріжки, рогаики тощо. Масова частка вологи в ній значно нижча, ніж у булочних виробів, і складає 33–40 %.

До складу рецептури здобних виробів цукор входить у кількості від 7 до 30 %, жир — у кількості від 5 до 25 %, яйця — від 30 до 500 штук на 100 кг борошна. Здобу звичайну готують з борошна I сорту. Ця група має меншу здобність порівняно з виробами, виготовленими з борошна вищого сорту. Здобу любительську і виборзьку готують з борошна вищого сорту. Здоба звичайна має вигляд плюшки, сердечка, трояндочки, бантика, дубового листочка або кручених виробів.

Здоба виборзька — це виріб з начинкою, має форму краватки, пиріжка, ведмедикової лапки, бантика, пиріжка з одним чи двома крильцями, круглої булочки з повидлом тощо. Здоба виборзька фігурна виробляється у вигляді риб, звірів, пташок тощо.

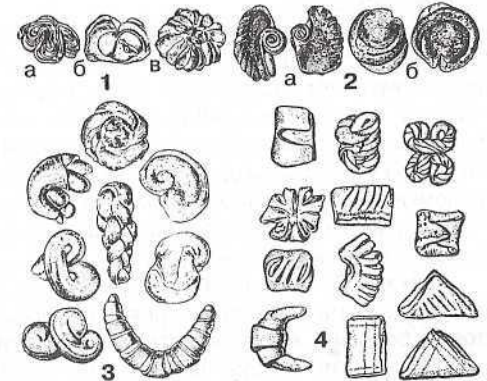


Рис. 11.2. Види здобних виробів: 1 — здоба звичайна (а — плюшка з трьома пелюстками, б — бантик, в — ромашка); 2 — види здоби виборзької (а — ведмежа лапка, б — шапочка); 3 — любительські вироби; 4 — вироби з листкованого тіста

Здоба любительська містить 17 % цукру і 13 % жиру. Для створення листкованості вона формується з розтопленим жиром.

Формування здобних виробів проводиться часто вручну. Поверхня їх змащується яєчною бовтанкою, оздоблюється кришивом, помадкою, цукровою пудрою, маком, повидлом, кремом тощо. Вони мають значно вищу харчову цінність завдяки вмісту жиру, цукру, яєць. Тісто для здобних виробів готують опарним, безопарним або одним із прискорених методів на пресованих або сушених дріжджах, переважно порційним способом із виздобою.

Бубличні вироби виготовляють із борошна I і вищого сортів, вони мають форму кільця різного діаметру, а деякі — об'ємну форму. Розпізнають бублики, баранки і сушки. Вони відрізняються за вологістю, розміром, масою, рецептурою. Так, сушки мають вологість 9–12 %, баранки — 14–19, а бублики — 25–22 %. Маса однієї сушки може бути 7–12, баранки — 25–40, а бублика — 50 або 100 г.

Асортимент бубличної продукції включає кілька десятків видів цих виробів. Так, виготовляють сушки ванільні, гірчичні, лимонні, прості, шкільні, студентські тощо; баранки — прості, цукрові, гірчичні, ванільні, здобні та інші; бублики — українські, молочні.

До рецептури бубличних виробів входить цукор від 1 (сушки лимонні) до 20 % (сушки ванільні), а також залежно від виду виробів — масло коров'яче, маргарин або олія, ванілін, мак чи інша сировина. Так, баранки гірчичні містять гірчичну олію, а молочні — незбиране молоко, бублики українські — цукор, маргарин і мак.

Сушки і баранки завдяки низькій вологості належать до виробів тривалого зберігання. Бублики мають вищу вологість і повинні споживатись свіжими.

До бубличних виробів належить також соломка. Її готують із борошна вищого і першого сортів.

Соломка має вигляд палички округлої форми з глянцевою поверхнею товщиною не більше 8 мм, довжиною 10–28 см. Вологість її 8–11 %. До рецептури соломки входить: цукор (3–20 %), маргарин (2–15 %), іноді олія. Деякі види соломки містять мак, ванілін, млин. Так, з пшеничного борошна вищого сорту виробляють соломку київську та фруктову. Це високорецептурні вироби. Соломка київська містить цукор-пісок — 20,0 кг, жир — 6 кг, мак — 5 кг. Більшість видів соломки виготовляють із пшеничного борошна I сорту. Це — соломка солодка, київська, ванільна, лівобережна та інші. Соломку виготовляють безопарним способом, фасують у пакети або пачки.

Сухарі. Сухарі виробляють прості та здобні. Прості сухарі виготовляють із житнього, житньо-пшеничного хліба або хліба, виготовленого з пшеничного сортового борошна. Хліб нарізають на скибки і висушують до вологості 19–12 %.

До простих сухарів належать армійські, житні обойні, житньо-пшеничні обойні, пшеничні другого і першого сортів.

Для сухарів характерною ознакою якості є показник намокання. Для різних видів армійських сухарів намокання у воді температурою 15–20 °С має бути від 4 до 8 хв.

Сухарі прості призначаються для тривалого зберігання, внаслідок низької вологості вони не замерзають при низькій температурі. Можуть зберігатись протягом 1–3 років, залежно від умов зберігання.

Сухарі-грінки — це висушені скибочки хлібних або булочних виробів товщиною 20–25 мм або іншого розміру, а також їх частини. Сухарі-грінки можуть виготовлятися простими, солоними (до пива) або солодкими.

Здобні сухарі. Це висушені скибки спеціально випечених із пшеничного сортового борошна хлібних виробів у вигляді довгастих плит різних розмірів і форми.

До рецептури здобних сухарів залежно від їх виду входить у різній кількості цукор, маргарин або вершкове масло, яйця, ванілін. Так, з борошна вищого сорту готують сухарі дитячі, вершкові, київські; з пшеничного борошна I сорту — кофейні, дорожні, туристичні та інші види.

Тісто для здобних сухарів готують переважно опарним способом із виздобою.

Різні види сухарів здобних розрізняються за формою, розміром і оздобленням поверхні. Найдрібнішими є дитячі сухарі: в 1 кг їх міститься 180–200 штук, тоді як в 1 кг молочних — 70–80, а дорожніх — 35–40 штук. Вологість здобних сухарів від 8 до 11, 0 %.

Дієтичні та лікувальні хлібні вироби — це вироби спеціального призначення для людей з різними видами захворювання. Рецептури на них розробляють згідно з вимогами фахівців-дієтологів.

Залежно від категорії хворих, розроблено низку дієтичних видів виробів:

безсольові вироби рекомендуються при захворюванні нирок, серцево-судинної системи, гіпертонії. Це хліб ахлоридний, хліб безсольовий обдирний; сухарі й сушки ахлоридні;

вироби зі зниженим вмістом вуглеводів корисні в разі захворювання на цукровий діабет, при ожирінні, гострому ревматизмі. У рецептуру цих виробів не вводяться цукри, крохмаль. Вони містять підвищену кількість білків. Основною сировиною для них, поряд з борошном, є сира клейковина. Це хліб білково-пшеничний, білково-висівковий, булочки дієтичні, сайки діабетичні, рогаики з сорбітом, булочки діабетичні — макіївські, степові;

вироби зі зниженим вмістом білків рекомендуються при хронічній нирковій недостатності, порушенні білкового обміну. Ці вироби не містять солі. Це хліб безбілковий безсольовий;

вироби із зниженою кислотністю — рекомендуються хворим при гіперацидному гастриті та виразковій хворобі. У цю групу входять булочки і сухарі зі зниженою кислотністю;

вироби з підвищеним вмістом харчових волокон рекомендуються при атонії кишечника, а також для виведення з організму токсичних речовин, радіонуклідів, важких металів. Це хліб зерновий, хлібці докторські, хліб «Колос» тощо;

вироби з лецитином рекомендуються при атеросклерозі, захворюванні печінки, нервових захворюваннях. Це булочки з лецитином, хлібці висівкові з лецитином, булочки з лецитином і морською капустою тощо;

вироби, збагачені йодом, корисні для профілактичного харчування людей у районах з йодною недостатністю. Це хліб пшеничний і батони йодовані, вироби з морською капустою тощо.

Національні види виробів. Виходячи із звичок корінного населення, що склалися історично, до споживання хлібних виробів певного смаку, аромату, форми, в різних країнах і окремих регіонах виготовляють специфічні за якістю вироби, які називають національними.

Здебільшого вони мають форму перепічки. Виготовляють їх із пшеничного сортового борошна. Це чурек азербайджанський — перепічка круглої або овальної форми з наштампованими повздовжніми паралельними ребрами чи наколами. Лаваш тонкий вірменський випікають у вигляді тонко розкоченого листа, довгастого або овального за формою, поверхня пухирчаста. Перепічки узбецькі «обі-нон», «гіджа» — круглої форми з потовщеними краями і більш тонкою серединою з наколами та інші види національних виробів.

Вироби для дитячого харчування. Вироби для дитячого харчування мають виготовлятися згідно з рекомендаціями дієтологів до дитячого харчування. У хлібні вироби для дитячого харчування не рекомендується вносити маргарин, мак, патоку, лимонну кислоту, корицю, мигдаль та іншу сировину чи добавки, на які нема дозволу органів охорони здоров'я на включення їх у такі вироби.

У рецептурах виробів для дитячого харчування заборонена заміна одного виду сировини іншим.

У свій час у колишньому СРСР до групи виробів для дитячого харчування були внесені булочки «Колобок» і «Жовтенятко», булочки молочні, перепічка сметанна, сухарі молочні та інші.

11.2. Виготовлення здобних виробів

Здобні вироби є висококалорійними. До їх складу входить до 30 % цукру, до 25 % жиру, до 500 шт. яєць на 100 кг маси борошна. Ці вироби виготовляють різної форми, з різним оздобленням поверхні. Тому технологія їх виробництва має певні особливості.

У рецептурах здобних виробів передбачається підвищене, порівняно з іншими групами виробів, дозування пресованих дріжджів — 2–4 %, іноді (булочка здобна) до 8,0 % до маси борошна. Це пов'язано з тим, що великий вміст цукру і жиру в них пригнічує життєдіяльність дріжджів, погіршується спиртове бродіння. Цукор, при вмісті його в тісті більше 10 % до маси борошна, викликає плазмоліз дріжджових клітин, жир обгортає ці клітини і тим самим погіршує їх живлення. Рідкі дріжджі у виробництві здобних виробів не застосовують, бо вони значно підвищують кислотність виробів і затемнюють м'якушку. Здобні вироби мають порівняно з булочними нижчу вологість (в основному 34–37 %), тому при замішуванні тіста цукор використовують, як правило, сухим, не розчиненим у воді. З цієї ж причини не застосовується дріжджове молоко.

Способи приготування тіста. Тісто для здобних виробів готують опарним, безопарним або прискореним способами. Здебільшого його готують на густих опарах, що містять 50–60 % всього борошна. В разі опарного способу приготування тіста пресовані дріжджі розподіляють між опарою і тістом. Під час приготування опари вносять 60–75 % дріжджів, решту (40–25 %) використовують при замішуванні тіста. Такий розподіл дріжджів забезпечує необхідну інтенсивність бродіння як опари, так і тіста. Попередньо пресовані дріжджі розводять у теплій воді.

В опару вносять всю кількість молока і яєць (окрім передбачених на оздоблення). Це дає можливість одержати опару і тісто з необхідною вологістю.

Температура опари має бути на 1–2 °С нижчою за температуру тіста. Опара визріває 3–4 год. Кислотність готової опари 3–3,5 град.

Тісто на опарі готують в одну або дві стадії, тобто без виздобу або з виздобом.

Виздобом називають додавання здоблюючих речовин (цукор і жир) під час бродіння тіста, краще — при першому його обминанні, щоб запобігти пригніченню життєдіяльності дріжджів цукром і жиром.

У разі приготування тіста в одну стадію (без виздобу) у виброджену опару додають сіль і всю додаткову сировину, окрім молока і яєць, які внесені в опару. Спочатку вносять сіль, цукор, розтоплений жир, перемішують, потім додають

борошно і суспензію дріжджів. Якщо дозволяє вологість виробів, цукор попередньо розводять у невеликій кількості води і перемішують з розтопленим маслом. Тісто, виготовлене на опарі в одну стадію, виброджує 1,5–2 год.

Якщо ж тісто готують у дві стадії, з виздобом, тоді при його замішуванні додають розчин солі, решту води і більшу частину борошна, передбаченого на заміс тіста. Решту борошна вносять під час виздобу, щоб запобігти розрідженню тіста під впливом здобляючих речовин. Замішене таким чином тісто бродить 40–60 хв. Після цього проводять його виздобу. У тісто додають цукор, жир, родзинки, ванілін, іншу сировину, все перемішують і вносять борошно, що залишилось, решту пресованих дріжджів (25–30 %).

Орієнтовно під час виздобу тіста вносять борошна: на 1 кг цукру — 0,7 кг; 1 кг жиру — 1 кг; на 1 кг яєць — 1,4 кг. Тісто після виздобу виброджує 60–90 хв.

У період від замішування до виздобу тісто інтенсивно виброджує, що сприяє покращенню стану м'якушки і смакових якостей виробів.

Прикладом розподілу сировини за фазами приготування тіста з виздобом може бути наведена нижче рецептура приготування калорійних булочок, табл. 11.1.

Таблиця 11.1. Приготування тіста для калорійних булочок

Рецептура (кг на 100 кг борошна) і режим	Опара	Тісто	Виздоба	Разом
Борошно	60	10	30	100
Вода	9–11	8–9	1,0	18–21
Дріжджі пресовані	4	—	2	6
Сіль	—	1	—	1
Цукор	—	—	25	25
Масло вершкове	—	—	18	18
Молоко незбиране	20	—	—	20
Яйця				
в тісто	15	—	—	15
на змащування	—	—	—	5
Горіхи на посипку	—	—	—	2
Ванілін	—	0,057	—	0,057
Родзинки	—	—	30	30
Початкова температура, °С	29–30	30–31	31–32	—
Тривалість бродіння, хв.	240–270	40–60	90–120	—

Опару і тісто замішують у машинах періодичної дії.

У разі безопарного способу приготування тісто замішують із всієї кількості борошна, води, солі, дріжджів і додаткової сировини. Початкова температура тіста 29–31 °С, тривалість бродіння — 150–180 хв. Через 50–60 хв після замішування рекомендується тісто обмінати. Обминання доцільно зробити двічі, друге — за 20–30 хв до розробки тіста.

Для покращення якості виробів, особливо стану м'якушки, безопарний спосіб доцільно поєднувати з активацією дріжджів. Фазу активації готують із 30 кг борошна, 25 л води, 1–1,5 кг цукру і всієї кількості дріжджів. Тривалість активації 40–90 хв при температурі 29–30 °С. На активованих таким способом дріжджах замішують тісто. Температура тіста має бути 30–31 °С, тривалість бродіння 2,0–2,5 год. На виробництві цю фазу іноді називають бовтанкою.

Прискорені способи приготування тіста для здобних виробів передбачають

використання різних технологічних заходів і харчових добавок, що інтенсифікують мікробіологічні, колоїдні та біохімічні процеси в тісті. З цією метою збільшують дозування пресованих дріжджів, використовують високоактивні або інстантні дріжджі, що мають підвищену бродильну активність, застосовують швидкісний або подовжений заміс тіста, підвищують температуру бродіння опари і тіста на 1–2 °С, додають у тісто концентровану молочнокислу закваску з кислотністю 16–20 град у кількості 3–5 %, органічні кислоти чи молочну сироватку.

В разі застосування інтенсивної обробки тіста, збільшеного дозування дріжджів і підвищеної до 32–34 °С температури бродіння тісто виброджує за 60–90 хв.

У виробництві здобних виробів застосовують також приготування тіста на диспергованій фазі. Тісто, замішане на диспергованій фазі із застосуванням подовженого до 15–20 хв замісу, виброджує за 50–60 хв.

Одним із прискорених способів, що широко застосовується в умовах малих підприємств і пекарень, є спосіб приготування тіста на високоактивних дріжджах із застосуванням одного із поліпшувачів, до складу якого можуть входити ферментні препарати, органічні кислоти, емульгатор та інші речовини, що прискорюють визрівання тіста. Із застосуванням поліпшувачів здобне тісто виброджує за 90–120 хв у виробничих умовах.

Безопарний і прискорений способи приготування здобного тіста застосовують у різних варіантах, але порівняно з ними опарний спосіб забезпечує кращі ароматичні та смакові якості виробів.

Оброблення здобного тіста включає такі операції, як поділ його на шматки, округлення, попереднє вистоювання, формування тістових заготовок і остаточне вистоювання.

Оброблення тіста для здобних виробів, що мають просту форму — круглу, батоноподібну або плоску, практично механізоване. При поділі тіста на шматки для виробів масою 0,05; 0,1 і 0,2 кг відхилення в масі у меншу сторону допускається до 5 %, а масою 0,4 і 0,5 — 3 %.

Для поділу здобного тіста застосовують тістоподільники з поршнеvim, лопатевим або валковим нагнітачами.

Для округлення тістових заготовок найчастіше використовують тістоокруглювачі з конічною чашоподібною несучою поверхнею і внутрішньою формувальною спіраллю типу ПІ-ХТН.

Після операції округлення шматків тіста перед наданням їм певної форми для більшості здобних виробів проводять попереднє вистоювання тістових заготовок. Тривалість попереднього вистоювання — від 3 до 15 хв, залежно від виду виробів. Попереднє вистоювання проводять на стрічкових транспортерах або системах транспортерів, а також на столах для розробки тіста при температурі та вологості приміщення.

Надання тістовим заготовкам форми ланцюжка, циліндричної чи подовженої з округленими кінцями (батончики, ріжки здобні тощо) виконується на тістозакатних машинах, для деяких виробів використовують штампмашини.

Сформовані тістові заготовки укладають на спеціальні дошки або металеві листи.

Тістові заготовки для здобних виробів складної форми з оздобленням після поділу формують в основному вручну на столах для розробки тіста. При цьому застосовується різний інвентар: скалки, ножі, штампи.

Сформовані тістові заготовки укладають на металеві листи і подають на остаточне вистоювання, яке проводять у шафах або камерах для вистоювання при температурі 35–38 °С і відносній вологості 75–80 %. Тривалість вистоювання сформованих тістових заготовок становить 40–150 хв, залежно від рецептури виробів та їх маси. Чим більший вміст цукру і жиру, яєць у тісті, тим триваліше вистоювання.

Перед посадкою у піч тістові заготовки для більшості здобних виробів змащують яйцем або яечним мастилом, для деяких виробів проводиться яєчна змазка у поєднанні з посипкою маком, кришивом тощо.

Змазування поверхні тістових заготовок проводять за 15–20 хв до кінця вистоювання, щоб не погіршити об'єм заготовок. Кришивом їх посипають зразу після змазування, а цукром — через 5–8 хв, коли яєчне мастило підсохне і цукор не буде розчинятися.

Здобні вироби випікають на поду (якщо вистоювання проводилось на дошках), а частіше на металевих листах розміром 620х340 мм.

Випікання на листах не потребує пересадки на під печі. При цьому зберігається часом складна і різноманітна форма виробів, обробка й оздоблення поверхні. Дуже зручними для випікання здобних виробів є листи із заглибленнями різної форми. На таких листах проводиться остаточне вистоювання і випікання тістових заготовок, вони краще зберігають форму, мають більший об'єм.

Тістові заготовки, поверхня яких змазана яйцем чи яечним мастилом, випікаються у пекарній камері без зволоження. На деяких підприємствах всі здобні вироби випікають у зволжених паром пекарних камерах. У цьому випадку поверхня їх не змазується яйцем, а яйця, передбачені рецептурою на змазування, вносять у тісто.

Перед посипкою тістових заготовок маком, цукром чи цукровою пудрою їх змащують яечним мастилом або зволожують. Змазування і посипання виконуються в основному вручну. На імпортному обладнанні ця операція іноді механізована, застосовано вібропосипник (фірма «Місел», Югославія).

Тривалість випікання тістових заготовок у незволоженої пекарній камері 9–20 хв (залежно від маси виробів) при 215–250 °С. Готові вироби залишаються на листах до повного охолодження.

Деякі вироби після охолодження оздоблюють цукровою пудрою, кришивом або помадкою.

Приготування тіста для листових виробів має свої особливості. Для цих виробів тісто готують безопарним або опарним способом, без відздоблення або з відздобленням. На приготування тіста використовують всю передбачену рецептурою сировину, окрім масла і частини сировини, що призначена на розробку та оздоблення.

Масло вершкове або маргарин використовують для промаслення тіста. Рецептура за стадіями приготування листового тіста для булочок листових наведена в табл. 11.2.

Виброджене тісто ділять на шматки масою 6–8 кг кожен, надають їм довгастої форми і після 5–10 хв відлежування розкочують у довгастий пласт товщиною 20–25 мм.

Для деяких здобних виробів (наприклад, булочок листових) тісто охолоджують до 20–22 °С, масло чи маргарин — до 6–10 °С. Масло перед використанням розминають і ділять на частини по числу шматків тіста, пропорційно

Таблиця 11.2. Рецептúra приготування тіста для листкових булочок

Рецептура і режим	Опара	Тісто	Виздоба	Листкування	Розробка
Борошно пшеничне вищого сорту	50	25	17	5	3
Вода	21	За розрахунком	2–3	–	–
Молоко	13	–	–	–	–
Дріжджі пресовані	2	0,5*	–	–	–
Сіль	–	0,75	–	–	–
Цукор	–	16	11	–	3**
Масло вершкове	–	–	–	15	–
Яйця, шт/кг	–	135/5,4	140/5,6	–	125/5
Ванілін	–	–	0,05	–	–
Початкова температура, °C	29–30	28–31	28–30	–	–
Тривалість бродіння, хв	210–240	80–90	90–120	–	–
Кінцева кислотність, °Н	2,5–3	2–2,5	2–2,5	–	–
Тривалість охолодження тіста, хв.	–	–	–	50–150	–

* За технологічною інструкцією 1960 р. рекомендується 1,5.

** Цукрова пудра.

кількості борошна, що міститься у шматку. Кількість масла для листкування одного шматка тіста знаходять за формулою:

$$X = \frac{M_1 \cdot g}{V_1}$$

де M_1 — маса шматка тіста, кг; g — дозування масла за рецептурою, % до маси борошна; V_1 — вихід здобного тіста, % до маси борошна.

Розім'яте масло шматочками розкладають на 2/3 довжини пласта тіста. Ненамазану частиною накривають половину намазаної площі, частиною намазаного пласта, що залишилась, накривають дві складені частини. Одержують три шари тіста, між якими міститься два шари масла. Щоб масло не витікало, краї пласта ретельно зліплюють. Після цього обидва його кінці загинають до середини і розкочують. Одержаний пласт знову складають удвоє і розкочують. Цю операцію повторюють кілька разів.

Одержане листкове тісто кладуть на металеві листи, підпилені борошном, і витримують при температурі 6–10 °C 60–120 хв. Охолоджене тісто розкочують у

пласт товщиною 6–8 мм, після чого розробляють на тістові заготовки необхідної маси і форми.

Розкатку тіста здійснюють скалкою або застосовують валкові розкатувальні машини, рис. 11.3.

Тривалість вистоювання листкових здобних виробів 70–110 хв.

Випікають ці вироби на листах у незволоженої пекарній камері при 250–260 °C. При нижчій

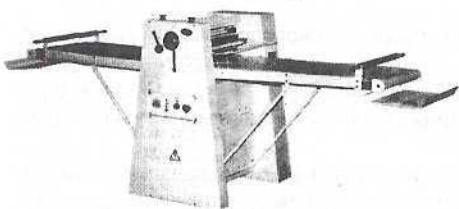


Рис. 11.3. Машина тісторозкатувальна МТР-0,55/380-4 фірми РОСС (Харків)

температурі може бути витікання масла. Тривалість випікання листкових виробів масою 50 г — 8–12 хв, масою 100 г — 11–17 хв.

На цей час у за кордоном є обладнання для механізованого виготовлення листкових виробів.

Для оздоблення поверхні здобних виробів готують посипку, заварний крем, помадку, яєчне мастило чи інші напівфабрикати.

Приготування посипки. Змішують 1 кг цукру з 0,5 кг топленого масла і добавляють 1 кг борошна, все ретельно перемішують і протирають крізь сито.

Приготування заварного крему. Для приготування крему змішують 0,4 кг цукру, 1 л води, 0,2 кг борошна, 5 яєць. Одержану масу доводять до кипіння, після чого охолоджують. У холодний крем добавляють 0,1 г ваніліну.

Приготування заварного тіста. Для приготування заварного тіста використовують 4 кг борошна пшеничного вищого сорту, 1 кг маргарину, 30 яєць, 4 л води. Маргарин вносять у воду і доводять до кипіння. В розтопленій у воді маргарин при постійному перемішуванні засипають борошно і заварюють його 5 хв. Заварену масу охолоджують до 35 °C і вносять яйця, ретельно перемішуючи до одержання однорідної консистенції.

Яєчне мастило. Підготовлені до змащування яйця збивають. Під час збивання поступово добавляють теплу, трохи підсолену, воду або молоко у співвідношенні 1:0,2. Мастило готують з розрахунку на 1–2 год роботи, бо в теплом приміщенні воно швидко псується.

Приготування помадки. Цукор заливають гарячою водою у співвідношенні 3:1. Суміш нагрівають у варочному котлі до кипіння й уварюють 30–40 хв. Температура сиропу за цей час досягає 110–115 °C. При цій температурі вносять патоку або інвертний сироп, щоб запобігти кристалізації, й продовжують уварювання ще 10–15 хв, поки крапля цукрового сиропу (1–2 г), опущена в холодну воду, не утворить твердої кульки. Уварений сироп виливають на промитий водою і змазаний маслом мармуровий або металевий стіл (бажано з охолодженням) і охолоджують до 35–40 °C. Після цього сироп збивають спеціальними лопатками до одержання густої помади білого кольору. Охолоджений сироп можна збивати в збивальній машині протягом 15–20 хв.

Після збивання помадку витримують 12–24 год. Зберігають помадку в емкості, накритій вологим полотном. Перед використанням її підігрівають до 50–60 °C.

11.3. Технологія бубличних виробів

Бубличні вироби. До бубличних виробів належать бублики, баранки і сушки. Вони мають форму кільця або овалу, утвореного тістовим джгутом круглого перерізу, виготовлених із пшеничного борошна вищого і першого сорту. Характерні особливості бубличних виробів наведені у табл. 11.3.

Таблиця 11.3. Характерні особливості бубличних виробів

Виріб	Діаметр кільця, см	Товщина джгута, см	Маса одного виробу, г	Вологість виробу, %	Кількість виробів в 1 кг, шт.
Сушки	4–6	1,0–1,7	6,5–12	9–13	100–140
Баранки	7–9	1,5–2,0	25–40	14–19	25–45
Бублики	7–10	2,8–3,3	50–100	25–27	10–20

Баранки і сушки готують із слабко розпушеного тіста з низькою вологістю, завдяки чому вони мають відносно високу міцність. Ці вироби належать до продуктів тривалого зберігання.

Бублики готують із добре розпушеного тіста, вологість їх 25–27 %, вони призначені для споживання у свіжому вигляді. Асортимент бубличних виробів досить широкий і весь час поповнюється новими рецептурами. Виробляють сушки прості, ванільні, гірчичні, яєчні, лівобережні тощо; баранки — цукрові, дитячі, лимонні, здобні та інші; бублики — українські, молочні, ванільні, з кмином тощо. До рецептури бубличних виробів із додаткової сировини входить цукор (від 1 до 20 %), масло вершкове або маргарин (від 1 до 12 %). У різні види виробів входять також олія рослинна, яйця, ванілін, мак, есенція, молоко, кориця та інша сировина. Так, до рецептури бубликів українських входить 12 % цукру, 8 % маргарину і 1,5 % маку на посипку.

У рецептуру баранок простих із додаткової сировини входить лише 1 % цукру.

Рецептура сушок ванільних включає 20 % цукру, 2 % масла вершкового і 4 % олії рафінованої, ванілін, а рецептура сушок гірчичних включає 8 % цукру і 8 % олії гірчичної.

Технологія виготовлення бубличних виробів складається з таких операцій: підготовка сировини, приготування тіста, відлежування (бродиння) тіста, натирання тіста, відлежування натертого тіста, формування тістових заготовок, вистоювання, ошпарювання, випікання, охолодження, пакування (рис. 11.4).

На сучасних підприємствах ці операції механізовані. Машинно-апаратурна схема виготовлення бубличних виробів наведена на рис. 11.5.



Рис. 11.4. Технологічні операції виготовлення бубличних виробів

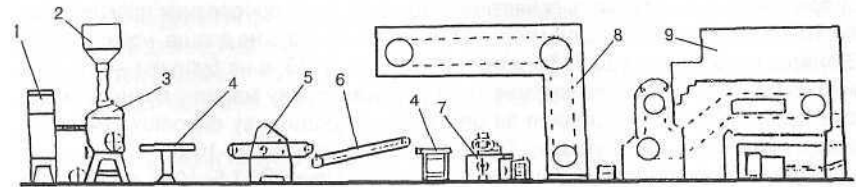


Рис. 11.5. Машинно-апаратурна схема виробництва бубличних виробів: 1 — дозувальна станція, 2 — автоборошномір, 3 — тістомісильна машина, 4 — стіл для відлежування, 5 — натиральна машина, 6 — транспортер, 7 — подільно-формувальна машина, 8 — шафа для вистоювання, 9 — ошпарювально-пічний агрегат

Приготування тіста. Тісто для бубличних виробів готують на опарі, притворі, рідкій опарі або прискореними способами на концентрованій молочнокислій заквасці, молочній сироватці, рідкій диспергованій фазі.

Для одержання високої якості продукції борошно, що використовується у виробництві бубличних виробів, повинне бути висококлеювинним. Бажано, щоб вміст клейковини в борошні першого сорту був 28–32, вищого сорту — 26–30 %. Клейковина повинна мати достатньо високі пружно-еластичні властивості, розтяжність 16–20 см.

Напівфабрикати замішують машинами, призначеними для замішування тіста з низькою вологістю, типу Т2-М-63 та ін. Вологість тіста: для сушок 28–32, баранок 30–32; бубликів — 31–36 %, залежно від рецептури виробів.

Опарний спосіб приготування тіста. За цим способом опару готують на пресованих або рідких дріжджах. Масова частка борошна, що вноситься з опарою в тісто, становить 20–30 % від загальної кількості за рецептурою. Під час приготування тіста на бублики з метою кращого розпушення його з опарою вносять 30–40 % борошна. Готують одну опару для кількох порцій тіста з таким розрахунком, щоб вона була використана не більше, ніж за 2 години. Вологість опари 38–41 %, тривалість бродиння 2,5–5 год, кінцева кислотність — 2,5–3,5 град.

До порції опари при перемішуванні додають розчин солі, воду, додаткову сировину, ретельно розмішують і поступово додають борошно. Тривалість замісу тіста 10–20 хв. Виготовлене тісто повинне бути перероблене протягом 30 хв з моменту замішування, щоб запобігти його переокисанню.

На притворі тісто готують за схемою опару — притвор — тісто. Притвор можна розглядати як безперервно відновлювану густу опару.

Притвор оновлюють 1–2 рази на тиждень. Для його одержання готують густу опару, у виброджену опару додають борошно, воду, дріжджі й замішують притвор. Він бродить 3,5–5,0 год. Кислотність готового притвору 3,5–5 град. За консистенцією він повинен бути короткорваним, у розриві пористим, не тягучим і не липким. Готовий притвор ділять на 3–5 частин, з яких одна йде на приготування порції виробничого притвору, а інші протягом 1–3 год витрачають на приготування тіста. Довше витрачання притвору приводить до його переокисання. Частину притвору вносять у тістомісильну машину, додають передбачену рецептурою сировину й ретельно перемішують до отримання тіста однорідної консистенції. На приготування тіста притвору можна витрачати на 20–30 % менше, ніж опари при опарному способі тістоприготування.

Приготування тіста на притворі подовжує технологічний процес, потребує додаткових ємкостей для бродиння напівфабрикатів.

На рідкій опарі тісто готують, використовуючи визначену частину готової

опари. Рідку опару готують із частини борошна, солі, пресованих дріжджів і води. Вологість її 64–65 %. Одну порцію опари витрачають не довше, ніж за 2,5 год. З опарою у тісто на сушки і баранки вноситься 10–15, а на бублики — 20–25 % всього борошна. При замішуванні тіста у тістомісильну машину дозують опару, сіль і дріжджі, що залишилися за рецептурою, додаткову сировину. Після перемішування вносять борошно. Тривалість замішування 10–15 хв.

При використанні КМКЗ її вносять у тісто в кількості 7,5–10 % до маси борошна за рецептурою. Вологість КМКЗ 63–65 %, кислотність 15–20 град. У цій кількості закваски міститься 3–4 % всього борошна, передбаченого рецептурою.

Приготування тіста на рідкій диспергованій фазі (РДФ). З однієї порції РДФ готують кілька тіст, і витрачають її не довше, ніж за 60 хв. Із РДФ у тісто вносять 15–25 % всієї кількості борошна за рецептурою. Для приготування РДФ борошно, сіль, дріжджі, воду і всю додаткову сировину, крім ароматизаторів, змішують у диспергаторі ШС-300 або в іншому 8–13 хв до отримання однорідної маси. Вологість РДФ 55–63 % залежно від рецептури виробів, тривалість бродіння 30 хв. При замішуванні тіста для бубличних виробів у тістомісильну машину Т2-М-63 або іншу дозують порцію РДФ, вносять решту борошна, воду та ароматизатори. Тривалість замісу тіста 12–15 хв.

Прискорений спосіб приготування тіста. У тістомісильну машину вносять всю передбачену рецептурою сировину. Дріжджі пресовані перед тим, як вносити, доцільно активувати. Живильне середовище для активації дріжджів готують із борошна, вологість його 65–70 %. Для кращого живлення дріжджів у нього додають цукор. Тривалість активації 25–30 хв при температурі 25–30 °С. Для поліпшення якості виробів дозу дріжджів збільшують на 0,5–1 % порівняно з рецептурою.

Частину або всю воду замінюють молочною сироваткою чи вносять лимонну кислоту в кількості 0,15 % до маси борошна в тісті. Початкова температура тіста 35–37 °С. Тісто у процесі замішування підлягає інтенсивній механічній обробці протягом 15–20 хв.

Відлежування і натирання тіста. Бубличне тісто має низьку вологість, тому після замішування для надання йому однорідної структури проводиться відлежування і натирання. Під час відлежування, яке триває 10–25 хв, бродіння у тісті через низьку вологість протікає досить повільно. У цей час відбувається набухання клейковини, тісто набуває пластичності. Для тіста із сильного борошна відлежування повинне бути тривалішим, ніж із борошна, середнього за силою.

Перед відлежуванням чи після нього (залежно від умов виробництва) тісто ділять на шматки масою 5–10 кг і з метою глибшої механічної обробки їх кілька разів пропускають крізь рифлені вальці натиральних машин типу Н-4М або інших конструкцій. Під час цієї операції відбувається ущільнення тіста.

Після натирання пласти тіста згортають у рулони і залишають на відлежування для релаксації напружень.

У разі безперервного приготування тіста, наприклад, в агрегаті ВНИИХП-ТА-1 натирання здійснюється у шнековому пресі, встановленому після тістомісильної машини. За відсутності натиральної машини і приготування тіста порційним способом тривалість замісу подовжують до 15–20 хв. У цьому випадку дещо погіршується якість виробів, а саме — їх набухання.

На деяких підприємствах при замішуванні у машинах безперервної дії тісто відразу після замішування, без відлежування подається в машину для натирання,

де йому надається форма пласта, який розрізають на шматки масою 5–15 кг і залишають для відлежування.

Після натирання тісто відлежується 10–20 хв. Тривалість відлежування залежить від якості борошна, виду бубличних виробів, способу приготування, температури тіста.

Тісто, яке після натирання відлежувалось, — це щільна слабо розпушена пластична маса.

На комплексно-механізованих лініях із виробництва бубличних виробів відлежування здійснюється на стрічкових транспортерах або в колісково-конвеєрних шафах для кінцевого вистоювання. На пекарнях згорнені в рулон шматки тіста відлежуються на столі. Для запобігання завітрювання їх накривають тканиною.

Формування тістових заготовок. Після відлежування тісто подають на формування у подільно-закочувальну машину Б-4-58 чи інших марок. Машина Б-4-58 має три змінні головки з формувальними стаканами, скалками і скидачами різних розмірів. Розмір змінних органів обирається залежно від виду і бажаних розмірів бубличних виробів.

Шматки тіста завантажують у приймальну лійку машини, яка під час роботи повинна бути весь час заповнена. З неї тісто потрапляє у поршневі клапани і подається на формуючі органи.

Масу тістових заготовок установлюють заздалегідь з метою забезпечення необхідної маси готових виробів. Враховують, що при ошпарюванні маса заготовки збільшується на 3–7 %, а при випіканні зменшується на 16–22 %.

Сформовані тістові заготовки вручну укладають на дошки або металеві листи і подають на вистоювання.

Застосовують також імпортні подільно-закочувальні автомати, в яких механізовані операції поділу, формування й укладання тістових заготовок на листи.

Перед вистоюванням тістові заготовки для окремих видів виробів посипають маком або кмином (бублики з маком, здобні, з кмином).

Вистоювання, ошпарювання та випікання тістових заготовок. Сформовані тістові заготовки укладають на фанерні дошки, металеві листи або касети і розміщують для вистоювання у вистоювальну шафу при температурі 35–40 °С і відносній вологості 75–85 %. Обсипку тістових заготовок, якщо вона передбачена, здійснюють при укладанні їх на дошки, листи або касети.

На сучасних лініях з виробництва бубличних виробів укладка тістових заготовок на металеві листи механізована.

Тривалість вистоювання тістових заготовок залежить від виду виробів і складає орієнтовно для бубликів 90–120, баранок 40–90, сушок 30–60 хв. Після вистоювання тістові заготовки піддають гідротермічній обробці — ошпарюють у паровій камері з тиском пари 1,4–106 Па і температурі 106–114 °С протягом 1–3,5 хв або уварюють у киплячій воді: сушки — 45–90, баранки — 25–60, бублики — 5–20 с. Обварені тістові заготовки обсушують у спеціальних камерах із температурою 150–200 °С чи в приміщенні цеху на обтягнутих тканиною дошках.

Ошпарювання тістових заготовок проводять у спеціальних парових камерах або ошпарочно-пічних агрегатах.

При гідротермічній обробці тістових заготовок у паровій камері на їх верхній утворюється шар із клейстеризованого крохмалю і денатурованих білків, збільшується об'єм і закріплюється форма, що обумовлює виготовлення виробів із гладкою, глянцевою поверхнею.

Бубличні вироби випікають у тупикових, тунельних печах (ФТЛ-2, ПХС-25, БН-25 та ін.) або електрошафах.

Тривалість випікання, хв: сушок 12–15, баранок 11–16, бубликів 12–18 при температурі печі ФТЛ-2 — 180–270 °С; ПХС-25 — 165–250 °С; БН-25 — 230–290 °С. Температура центральних шарів заготовки в кінці випікання становить, °С: у бубликів 104–106, баранок 107–108, сушок 110–112.

При випіканні тістових заготовок бубличних виробів відбуваються два процеси — процес випікання і процес їх зневоднення (сушки). Внаслідок того, що тістові заготовки мають незначну масу і плоску поверхню, вони швидко прогриваються. На їх прогрівання витрачається 30–35 % загального часу перебування заготовок у печі.

При прогріванні тістових заготовок відбувається подальша клейстеризація крохмалю, денатурація білків, збільшення тістових заготовок у об'ємі, спостерігається найменша швидкість зневоднення тістової заготовки. Зневоднюються в основному верхні шари заготовки.

Внаслідок швидкого прогрівання температура центральних шарів заготовки швидко досягає 100 °С і волога з них починає переміщуватись до поверхні у вигляді пари. Відбувається зневоднення внутрішніх шарів тістової заготовки.

Оскільки скоринка зневоднюється значно швидше, ніж внутрішні шари, виникає високий градієнт вологості внаслідок відставання процесу внутрішньої дифузії пари від зовнішньої, що прискорює швидкість зневоднення. Під кінець випічки температура центральних шарів виробів досягає 104–110 °С. Вологість готових виробів 8–12 %. Утворюється специфічна структура виробів, що обумовлює нарівні з їх відносною міцністю крихкість і набухання.

Прогрівання тістових заготовок баранок і сушок до температур, що перевищують температуру кипіння води, призводить до випаровування макрокапілярної й значною мірою мікрокапілярної води. При цьому тістова заготовка зменшується в об'ємі і розмірах, виникають внутрішні напруги. За теорією сушки А.В.Ликова, у процесі сушки матеріали поряд з видаленням з них вологи набувають специфічних структурно-механічних властивостей.

Пакування і зберігання бубличних виробів. Вагові бараночні вироби нанизують на шпагат і зберігають низками. Нанизані вироби зберігають у підвішеному стані на шпилькових вагонетках окремо від хлібних виробів для запобігання їх зволоженню.

Упаковують бубличні вироби після охолодження в ящики або паперові мішки по 25–27 кг. Бублики допускається укладати в лотки рядами. Сушки, баранки і бублики розфасовують у паперові, поліетиленові, целофанові пакети чи пачки масою 1 кг і менше. Гарантійний термін зберігання бубличних виробів із дня виготовлення: сушок — 45, баранок — 25 діб. Для виробів, фасованих у поліетиленові або целофанові пакети — 15 діб.

Якість бубличних виробів оцінюють за формою, станом поверхні та м'якушки, смаком, запахом, крихкістю, здатністю до набухання (для баранок і сушок).

Бубличні вироби повинні мати форму у вигляді кільця, деякі — овалну, допускається на боках не більше двох невеликих притисків. Поверхня — глянцева, гладка або з посипкою маком, кмином тощо, від світло-жовтого до темно-коричневого кольору. Смак і запах — притаманні певному виду виробів. Структура — крихка.

Набухання баранок і сушок характеризується коефіцієнтом набухання, який визначається як відношення маси набухлих у воді при 60 °С за 5 хв шматочків виробів певного розміру до маси сухих. Коефіцієнт набухання має бути для баранок не менше 2,5, для сушок (крім ванільних) — 3, для ванільних сушок — 2,7.

11.4. Технологія соломки

Соломка — це виріб, що має форму округлої палички товщиною до 8 мм і довжиною 10–28 см. Вологість різних видів соломки від 7 (київська) до 11 % (солоня).

Соломку виробляють з пшеничного борошна вищого і першого сортів безопарним способом. До рецептури соломки входить від 2 (пряна) до 20 % (київська) цукру, від 2 (київська) до 15 % (ванільна) маргарину, в деякі види — олія, ванілін. Соломка солоня обсипається сіллю, а київська — маком. Поряд з пресованими дріжджами (0,1–0,3 %) в рецептуру соломки входить бікарбонат натрію (1 %), який використовується при обварюванні соломки.

Виробництво соломки включає такі операції: приготування та оброблення тіста, обварювання, випікання, охолодження, пакування.

Тісто замішують із борошна з еластичною та пружною клейковиною у тістомісильних машинах періодичної дії, призначених для замішування тіста з низькою вологістю — 33–34 %.

При порційному замісі у місильну машину дозують воду, суспензію дріжджів, розчин солі, додаткову сировину і поступово, при перемішуванні, вносять борошно. Тривалість замішування 10–15 хв. Температура тіста не повинна бути вищою 29 °С.

При безперервному способі приготування тіста в окремій ємкості при перемішуванні готують суміш з дріжджів, солі, ванільної есенції, води. Приготовлену суміш, а також борошно, розтоплений маргарин, олію, розчин цукру, мак дозують у тістомісильну машину. Тісто місять до одержання пружної однорідної маси. Далі тісто вилежується на столах або транспортері 30–40 хв, потім його подають у формувальну машину, з якої тісто виходить у вигляді нескінченних джгутів. Для обварювання джгути пропускають крізь ванну, наповнену 1 %-ним розчином бікарбонату натрію для надання соломці золотистого відтінку при випіканні. Тривалість обварювання 26–50 с при температурі розчину 70–90 °С. При нижчій температурі джгути тіста липнуть до сітки транспортера і можуть сплутуватись між собою. Розчин міняють кожну робочу зміну.

При виробництві соломки солоня перед випіканням її посипають сіллю.

Тривалість випікання соломки 9–15 хв при температурі пекарної камери 180–230 °С. При виході з печі соломка ламається механічним надрізником. Для швидшого охолодження соломки над транспортером установлюють вентилятор.

Соломку фасують у коробки або пачки масою 0,4 і 0,5 кг, відхилення в масі допускаються не більше ± 2 %.

11.5. Технологія хлібних паличок, хлібців хрустких і сухого хлібного квасу

Палички хлібні. Палички хлібні мають округлу форму. Це сухі вироби з вологістю до 10 %, товщиною 8–12 і довжиною 150–200 мм, які виробляють із пшеничного борошна вищого і першого сортів на спеціальних механізованих машинах марки «Polin» та ін. Тісто готується вологістю 30–32,5 % безопарним способом без бродіння до оброблення або з бродінням.

До рецептури хлібних паличок з додаткової сировини входить від 1 (хлібні) до 18 % (здобні) цукру, від 2,5 до 6 % маргарину чи масла вершкового, а також мак, кмин — для посипки поверхні, ванілін, цитрусова есенція для надання певного запаху.

Особливістю приготування паличок є застосування для розпушення тіста значної кількості дріжджів — 5–6 %.

Тісто для паличок замішують у тістомісильній машині періодичної дії ТМ-63, ТММ-120 та ін. У діжу вносять необхідну за розрахунком воду, суспензію дріжджів, розчин цукру, солі, олію рослинну, розтоплений маргарин. Все ретельно перемішують і поступово додають борошно. Заміс здійснюють до отримання добре промішаної маси однорідної консистенції.

Тісто для паличок з невеликою кількістю цукру і жиру (2–6 %) — палички хлібні ярославські прості — рекомендується готувати без бродіння, але з відлежуванням протягом 10–25 хв. Тісто для паличок, у рецептурі яких є значна кількість здоби (здобні, ароматні), після замішування виброджує 60–120 хв.

Після відлежування або бродіння тісто пропускають через натуральну машину Н-4М чи іншу і після короткочасного відлежування направляють у формувальну машину, а потім — на вистоювання. Тривалість вистоювання тістових заготовок 25–60 хв, залежно від виду паличок. Температура вистоювання 30–40 °С, відносна вологість — 80–90 %.

Хлібні палички випікають на листах у печах ПИК-8 протягом 8–13 хв. На початку камери піч має пристрої — для гіротермічної обробки тістових заготовок, а також для надрізання тістового джуга по довжині згідно з прийнятими розмірами виробів.

Ошпарювання проводять протягом 2–3 хв. Можна виготовляти палички і без ошпарювання.

Готові хлібні палички фасують по 0,25; 0,3; 0,4; 0,5 кг або випускають ваговими.

Хрусткі хлібці. Хрусткі хлібці — це сухі (вологість 9 %), крихкі, легкі скибочки, виготовлені з житнього обойного або обдирного, пшеничного борошна чи їх суміші з додаванням солі, пресованих дріжджів та іншої сировини.

Процес виробництва хрустких хлібців складається з таких операцій: приготування тіста; формування тіста; вистоювання напівфабрикатів; випікання; сушіння; охолодження та різання пластів на скибочки; пакування.

Тісто для хрустких хлібців готується безопарним способом у тістомісильній машині безперервної дії шведської фірми «Holschtrem» або ін. Вологість житнього тіста — 53–54; житньо-пшеничного — 39–40 %. Тривалість бродіння 1,5–2,5 год при температурі 28–32 °С. Виброджене тісто розкатують у тістову стрічку товщиною 3–4 мм, яку наколюють для запобігання здуття. Сформовану тістову стрічку нарізають на плитки розміром 27,5 x 27,5 см.

Вистоювання плит здійснюється на стрічковому конвеєрі у камері вистоювання протягом 30–45 хв при температурі 30–36 °С і відносній вологості 80–90 %. Вистояні заготовки зволожують водою або ошпарюють парою.

Випікання хрустких хлібців здійснюють у тунельній печі з сітчастим подом та електрообігріванням. Температура випікання для житніх виробів 200–360, житньо-пшеничних — 200–290 °С. Тривалість випікання — 10–15 хв. Випечені плитки надходять на сушіння. Тривалість сушіння житньо-пшеничних плиток 30–40 хв, житніх — до 210 хв при температурі в сушильній шафі 45–55 °С.

Висушені вироби охолоджують 1–4 год, розрізають на хлібці розміром 12–5,5 см і пакують на пакувальній машині в пакети масою нетто від 60 до 300 г.

Сухий хлібний квас — це суміш криштива із спеціально випеченого хліба з житнього обойного борошна і солоду. З цього напівфабрикату методом настою-

вання готують квас у промислових і домашніх умовах. Рецептура сухого хлібного квасу наведена у табл. 11.4.

Таблиця 11.4. Рецептура на 1 т сухого хлібного квасу

Сировина	Разом	У тому числі на приготування		
		квасного хліба	сухарного криштива	сухого квасу
Борошно житнє обойне, кг	824	824	—	—
Солод ферментований, кг	289	120	—	169
Солод неферментований, кг	52	26	—	26
Сіль кухонна харчова, кг	15	15	—	—
Хліб квасний, кг	1426	—	1426	—
Сухарне кришиво, кг	827	—	—	827

Виробництво хлібного квасу складається з таких операцій: приготування квасного хліба; приготування сухарного криштива; приготування сухого хлібного квасу.

Тісто для квасного хліба готують на густих заквасках. При замішуванні тіста додають заварку. Для приготування заварки суміш житнього борошна і ферментованого солоду заливають гарячою водою з температурою 85–90 °С. У готову заварку вносять неферментований солод або ферментні препарати: амілоризин П10Х у кількості 0,01–0,05 % або глюकोамілазу очищену — 0,01 % до маси борошна і солоду та обойне борошно. Амілоризин П10Х вносять при температурі 50–55 °С, а глюкоамілазу очищену — при 60–63 °С. Заварку піддають оцрюванню впродовж 2–4 год.

Тісто готують у тістомісильній машині періодичної дії. У діжу завантажують борошно, заварку, охолоджену до 30–32 °С, закваску, розчин солі та воду. Тісто замішують 8–10 хв. Тривалість бродіння 40–90 хв. Тісто, що вибродило, обробляють і завантажують у форми. Тривалість вистоювання і випікання хліба залежить від маси заготовки тіста і конструкції печі.

Готовий квасний хліб витримують приблизно 24–48 год, потім його розрізають на хліборізці на скибки, які сушать на листах або в касетах у сушарках чи в хлібопекарських печах. Технологічний режим висушування скибок установлюють залежно від типу сушильного пристрою. Орієнтовно тривалість висушування становить 20 год при температурі 100 °С. Висушені скибки хліба подрібнюють у сухарне кришиво.

Виготовлене сухарне кришиво змішують із солодом у співвідношенні, наведеному в табл. 11.4, після чого пакують у мішки або пакети.

11.6. Виробництво сухарів

11.6.1. Технологія простих сухарів

Прості сухарі — це висушені скибки хліба, придатні для тривалого зберігання. Їх кілька видів: сухарі прості, здобні сухарі-грінки, панірувальні сухарі (сухарне борошно). Вологість простих сухарів 10–12 %.

Прості сухарі виготовляють із товарного хліба, якість якого повинна відповідати вимогам діючого стандарту, крім вологості, або із спеціально випечених сухарних плит. Для виготовлення сухарів високої якості особливе значен-

ня має хороша розпушеність м'якушки, рівномірна пористість. Вологість хліба, з якого виготовляють прості сухарі, має бути 45–50 %.

Виробляють такі види простих сухарів: житні обойні з борошна житнього обойного; житньо-пшеничні обойні з борошна житньо-пшеничного або з суміші борошна житнього обойного і пшеничного у співвідношенні 60:40; пшеничні з борошна пшеничного обойного, другого і першого сортів.

Із сухарних плит виготовляють тільки сухарі пшеничні з борошна I і II сортів. В основному прості сухарі виробляють із пшеничного і житньо-пшеничного хліба. Схема технологічних операцій виробництва простих сухарів наведена на рис. 11.6.

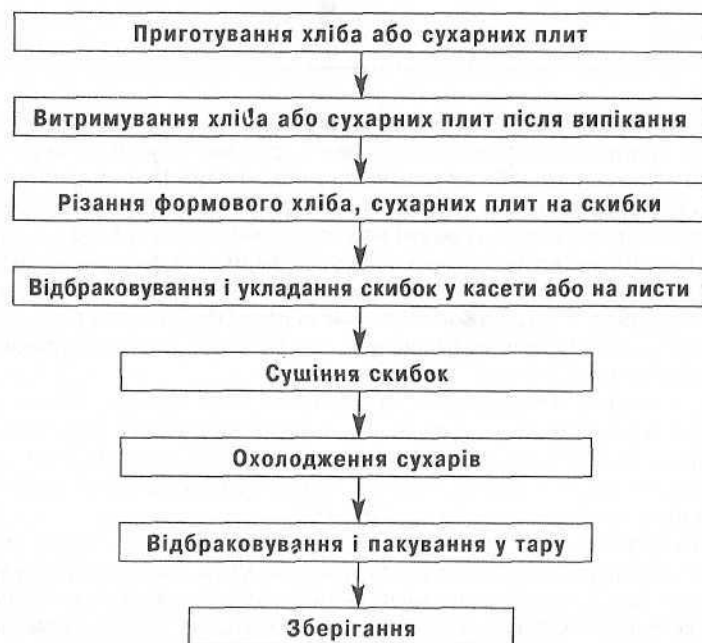


Рис. 11.6. Технологічні операції виробництва простих сухарів

Приготування хліба здійснюють за рецептурами і технологічними інструкціями, затвердженими у встановленому порядку. Хліб для сухарів випікають в основному формовим.

Тісто для сухарних плит готується опарним способом. Із вибродженого тіста на машині типу МСП-2 або іншій формують тістові заготовки довгастої форми, які укладають у ряд на посипаний борошном лист. Маса тістової заготовки плити 0,9–1,0 кг. Тривалість випікання 18–35 хв при температурі 230–250 °С без зволоження.

Витримування хліба або сухарних плит здійснюють на вагонетках, колісково-конвеєрних установках чи стаціонарних полицях. Цей захід запобігає деформації хліба при різанні на скибки, надмірній крихкуватості, деформації поверхні, замазуванню ріжучих органів.

Тривалість витримування 4–48 год, залежно від умов зберігання і виду хліба. У приміщенні з підвищеною температурою хліб черствіє повільніше, з низькою —

швидше. Так, при температурі 10–12 °С достатнім є витримування 10–12 год. Найбільш оптимальна тривалість витримування хліба 18–24 год, але не довше 36 год, а сухарних плит — до 24 год. Надмірне витримування призводить до утворення порожнин у сухарях при сушінні.

Різнання формового хліба і сухарних плит здійснюють на хліборізальних машинах або вручну спеціальними ножами. За стандартом товщина житніх і житньо-пшеничних сухарів за скоринкою 15–25 мм, пшеничних — 12–20 мм. Оптимальною є товщина скибки 20–24 мм. Більш товсті скибки погано просушуються, а тонші — деформуються при сушінні.

Укладання скибок здійснюють на листи або у касети. При укладанні відбраковують скибки не стандартні за розмірами, деформовані. Брак і крихту використовують при приготуванні тіста.

Сушіння скибок хліба чи сухарних плит здійснюють у спеціальних сушільних шафах або у хлібопекарських печах на листах чи поді. Для сушіння використовують тунельні або тупикові конвекційного типу сушарки з примусовою циркуляцією повітря. Касети зі скибками хліба встановлюють на вагонетки, розміщені в сушарках. Тривалість сушіння скибок хліба обумовлюється температурою, відносною вологістю та швидкістю руху повітря щодо продукту, який сушать, частковою рециркуляцією відпрацьованого повітря. Швидкість нагнітання повітря 3–35 м/с. Для отримання сухарів хорошої якості рекомендується на початку процесу скибки сушити при температурі повітря 70–80 °С і відносній вологості 25–38 %, потім сушіння здійснюють при 120–130 °С і відносній вологості 5–10 %. За цих умов тривалість сушіння становить 6–7 год.

У сушарках різної конструкції температура вхідного повітря становить 110–130 °С, тривалість висушування житніх і житньо-пшеничних сухарів — 5–12 год, пшеничних із сортового борошна — 4–10 год.

Режим сушіння скибок встановлюють залежно від типу сушарки, якості напівфабрикату, щільності завантаження скибками, їх товщини. При сушінні вологість скибок знижується до рівноважної з вологістю повітря, що оточує їх. Товщина скибки зменшується на 35, а інші лінійні розміри на 5–8 %.

Сухарі з пшеничного борошна потребують меншої тривалості сушіння, ніж житні. Сушіння сухарів пшеничних з борошна першого і другого сортів із сухарних плит здійснюють також на металевих листах або сітках у хлібопекарських печах при температурі 180–220 °С протягом 20–40 хв залежно від типу печі.

Охолодження готових сухарів відбувається на вагонетках, охолоджувальних конвеєрах або багатоярусних транспортерах, у залежності від умов підприємства, при температурі приміщення.

Упаковку сухарів здійснюють після відбраковування недосушених, горілих, забруднених, із наскрізними тріщинами, нестандартних за розмірами. Сухарі прості випускають фасованими та ваговими. Для пакування використовують мішки паперові багаточарові, пакети з поліетиленової плівки, пакети паперові, ящики з гофрованого картону, банки жерстяні для харчових продуктів, ящики дощані або фанерні.

Зберігають сухарі в чистих, сухих, не заражених хлібними шкідниками, ізольованих складах. Мішки та ящики укладають на піддони або стелажі. Сухарі рекомендують зберігати при температурі не вище 25 °С і відносній вологості повітря не вище 75 %. При температурі зберігання не вище 8 °С гарантійний термін зберігання житніх, житньо-пшеничних, обойних сухарів — 36 міс, а пшеничних з борошна I, II сортів і обойних — 24 міс. При вищій температурі зберігання — 12 міс.

За якістю прості сухарі повинні відповідати вимогам стандартів.

Форма сухарів повинна відповідати формі хліба, з якого вони виготовлені. Товщина житніх і житньо-пшеничних сухарів за нормою — 20 ± 5 мм, пшеничних — 15 ± 3 мм. Сухарі повинні бути без наскрізних щілин, мати розвинуту пористість, не мати слідів непромісу. 35 % сухарів можуть мати щілини шириною до 2 мм і довжиною не більше половини сухаря, допускається наявність відбитків від касет.

Колір від світло-жовтого до темно-коричневого для сухарів з обойного борошна та від світло-жовтого до світло-коричневого для сухарів з пшеничного борошна I і II сортів. Не більше 1 % сухарів до маси можуть бути трохи підсмаженими.

Смак і запах повинні бути притаманні даному виду сухарів, без стороннього запаху та присмаку.

Вологість сухарів з обойних сортів борошна має бути не більше 10, з пшеничного сортового — 12 %.

Намокання у воді з температурою $15-20$ °C має бути для сухарів із формового хліба з обойного борошна не більше 5 хв, з подового — 8 хв, а з пшеничного сортового борошна відповідно 4 і 6 хв.

11.6.2. Сухарі-грінки

Сухарі-грінки готують із черствих хлібних і булочних виробів з борошна пшеничного вищого, першого та другого сортів. Вироби, з яких готуються сухарі-грінки, не повинні мати закалу, ознак плісені чи картопляної хвороби, забруднення.

Готові сухарі-грінки — це скибки товщиною 20–25 мм або частини скибок. Хлібобулочні вироби ріжуть на скибки на різальних машинах або вручну, сушіння їх здійснюють на листах, у касетах, на поду печі або в сушарках. Температуру сушіння у пекарній камері підтримують $120-130$ °C. Тривалість сушіння 3–3,5 год. Готові сухарі-грінки охолоджують до температури приміщення і пакують у паперові мішки, картонні або фанерні ящики.

Гарантійний термін зберігання сухарів-грінок 3 міс, починаючи з дати виготовлення. Вони повинні мати вологість не більше 12 %, намокання — не більше 5 хв.

11.6.3. Панірувальні сухарі

Панірувальні сухарі — це сухарне борошно, отримане шляхом розмелювання пшеничних сухарів з борошна першого та другого сортів, хрустких хлібців, кукурудзяних і пшеничних пластівців. Готові сухарі подрібнюють на спеціальних дробарках, просіюють, пропускають крізь металомагнітний сепаратор і пакують. За зовнішнім виглядом панірувальні сухарі є однорідною за розмірами крупкою від світло-жовтого до світло-коричневого кольору. Смак — притаманний сухарям, без кислого або гіркого присмаку, без стороннього запаху. Вологість панірувальних сухарів 8–10 %, крупність помелу — 0,95–1,2 мм.

11.6.4. Технологія здобних сухарів

Здобні сухарі — це висушені скибки здобного спеціально випеченого хліба, у вигляді різних розмірів і форм продовговатих плит. Здобні сухарі відрізняються складом рецептури, формою, розмірами та кількістю штук в 1 кг. Технологічні операції, з яких складається виробництво здобних сухарів, наведені на рис. 11.7.

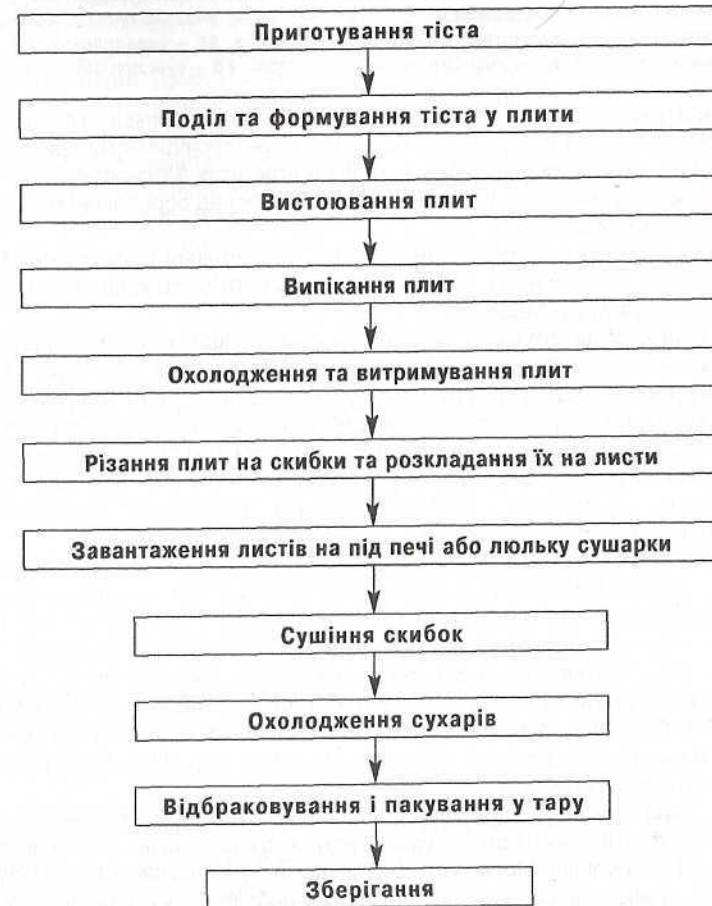


Рис. 11.7. Технологічні операції виробництва здобних сухарів

Здобні сухарі виробляють переважно з борошна вищого або першого сортів за затвердженими рецептурами.

Сухарі здобні — висококалорійні вироби. Рецептури на їх виготовлення включають цукор — 10–25 %, масло вершкове або маргарин — 5–15 %, яйця в тісто і на мастило — 50–300 шт, а також іншу сировину для надання певних смакових якостей. Вміст пресованих дріжджів складає 2–4, солі — 1,0 % до маси борошна.

Апаратурно-технологічна схема виготовлення здобних сухарів представлена на рис. 11.8.

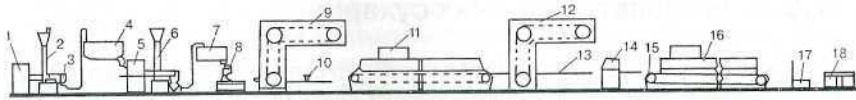


Рис. 11.8. Машино-апаратна схема виробництва сухарів здобних: 1, 5 — дозувальні станції, 2, 6 — тістомісильні машини, 3 — насос, 4 — корито для бродіння опари, 7 — корито для бродіння тіста, 8 — машини для формування сухарної плити, 9 — вистійна шафа, 10 — пристрій для змащування, 11 — тунельна піч, 12 — охолоджувальна шафа, 13 — транспортер, 14 — різальна машина, 15 — укладальник, 16 — сушильна камера, 17 — охолоджувальний пристрій, 18 — стіл для пакування

Приготування тіста. Тісто на здобні сухарі готують переважно двофазними способами: опарним з виздобою або без неї при періодичному приготуванні опари і тіста в діжах; опарним без виздоби в агрегатах безперервної дії з традиційним чи скороченим періодом бродіння тіста перед обробленням; на рідкій опарі; на диспергованій фазі.

Інколи застосовують безопарні способи: традиційний і прискорений. При прискореному безопарному способі іноді використовують концентровану молочнокислу закваску (КМКЗ).

Особливістю приготування тіста для здобних сухарів, крім низькорецептурних, опарними способами є пофазне дозування дріжджів. В опару вносять 65–75 % дріжджів, передбачених рецептурою, решту додають при замішуванні тіста. Цукор вносять сухим після металоманітного сепарування, інколи у вигляді розчину. З метою поліпшення механічної обробки тіста, при прискорених способах приготування, застосовують інтенсивне замішування тіста в машині типу РЗ-ХТИ або тривале — у тихохідних машинах. На лініях безперервного приготування тіста встановлюють шнек-інтенсифікатор.

При приготуванні опари допускається використовувати сухе хлібне кришиво до 2, сире — до 5 % від маси борошна, що переробляється, того ж чи нижчого сорту.

При періодичному способі приготування опари і тіста опару готують з 50–60 % всієї кількості борошна, передбаченої рецептурою. Вологість опари — 42–43 %. Тісто для сухарів з невеликим вмістом цукру та жиру готують без виздоби. При приготуванні тіста з виздобою в готову опару вносять розчин солі та 15–20 % борошна від всієї кількості, через 40–45 хв з моменту замішування тіста здійснюють його виздоби, тобто вносять цукор, жир, яйця, іншу додаткову сировину та решту борошна.

Для розрахунку необхідної кількості борошна на виздоби рекомендується на кожний 1 кг передбачених рецептурою цукру, жиру та яєць вносити відповідно 0,7; 1,0; 1,4 кг борошна. Молоко до 15 % до маси борошна вносять в опару, решту — при замішуванні тіста. Горіхи додають у подрібненому вигляді, виноград сушений вносять при виздоби.

Після виздоби тісто дозріває ще 1–1,5 год. За 25–30 хв до його оброблення здійснюють обминання. Вологість тіста на сухарі нижча, ніж на булочні вироби і складає в середньому 32–34 %. Так, масова частка вологи для сухарів московських, кофейних, піонерських — 33–36; вершкових, ванільних, гірчичних — 30–33; любительських, ювілейних, дитячих — 34–35; молочних, осінніх, з виноградом сушеним — 30–35; шкільних, київських, українських — 32–34 %.

При безперервному способі замішування густої опари і тіста здійснюють у машинах безперервної дії агрегатів И8-ХТА-6, ХТР. Опару готують звичайну з 50 % або велику з 60–70 % всього борошна, передбаченого рецептурою. Во-

логість опари 42–43 %, тривалість бродіння 3,5–5 год. Всю додаткову сировину та частину дріжджів вносять при замішуванні тіста. Тісто дозріває протягом 60–90 хв у кориті або бункері над формуючою машиною. Тісто, приготовлене на великій густій опарі в машинах, що забезпечують інтенсивну обробку, дозріває 30–40 хв. Цей спосіб рекомендується при виробництві низькорецептурних сухарів: дорожніх, особливих тощо.

Рідкі опари для приготування сухарів використовують не часто. Готують їх у заварювальній машині ХЗ-2М-300 та інших змішувачах, одночасно на кілька порцій тіста, з 20–25 % борошна, передбаченого рецептурою, частини всіх дріжджів і води. Приготовлену суміш насосом перекачують у ємкості для бродіння. Вологість рідких опар 64–65 %, тривалість бродіння 4–5 год. Замішування тіста здійснюють у машинах періодичної дії. В ємкості машини вносять готову рідку опару, решту дріжджів, додаткову сировину, розчин солі. Після ретельного перемішування інгредієнтів вносять борошно і замішують тісто.

Дисперговану фазу готують у швидкісному диспергаторі з частини борошна і всієї додаткової сировини. Вологість цієї фази 54 %, тривалість дозрівання — 1 год. У дисперговану фазу, що вибродила, вносять решту борошна і замішують тісто. Воно дозріває 1 год.

Традиційним безопарним способом тісто готують у машинах періодичної дії з усієї передбаченої рецептурою сировини. Дозування дріжджів збільшують на 20–30 % проти норми за рецептурою. Вологість тіста 34–36 %, тривалість бродіння 3–3,5 год. За період бродіння двічі здійснюють обминання, останнє — за 30–40 хв до оброблення.

Прискорений безопарний спосіб приготування тіста передбачає підвищене у 1,5–2 рази проти норми за рецептурою дозування дріжджів, інтенсивне або тривале замішування тіста при вищій температурі. Тісто дозріває 2,5–3 год.

Концентровану молочнокислу закваску при безопарному способі вживають для інтенсифікації процесу бродіння. Вносять її при замішуванні тіста у кількості 3–5 % (за борошном) до маси всього борошна у тісті. Дозування дріжджів збільшують на 20–30 % проти норми за рецептурою. Тісто, приготовлене з додаванням КМКЗ, дозріває 2–2,5 год.

Оброблення тіста, вистоювання та випікання плит. Із вибродженого тіста формують сухарні плити. Цю операцію здійснюють на спеціальних машинах або вручну.

Існує два способи формування плит. За одним із них тісто машиною МСП-2 або іншої марки ділиться на дрібні дольки, які укладаються в ряд по довжині листа і утворюють плиту. Цією машиною спочатку через матрицю випресовуються джгутики тіста, що ріжуться на дольки, потім останні барабаном закручуються в циліндрики, з яких і формується плита.

В разі ручного формування такої плити тісто розкочують у джгут товщиною 2–4 см (залежно від розміру сухаря). Джгути ділять на дольки (частки) масою 9–20 г, залежно від очікуваної маси сухаря. Дольки розкочують у циліндрики і щільно укладають на листи в ряд, формують необхідного розміру плиту.

За іншим способом, який застосовується більш широко, на спеціальних машинах (МСП-2, ПЛ або інших) через матрицю формують заготовку у вигляді суцільної тістової стрічки, поперечні розміри якої відповідають формі та розмірам певного виду сухарів. Одержану тістову стрічку ріжуть на смужки по довжині листа. На металевий лист укладають по 2–4 плити на відстані 2,5–3 см одна від одної.

Беручи до уваги, що висота і ширина випеченої плити повинні забезпечувати розміри сухарів, при формуванні тіста підбирають відповідну матрицю. Необхідно також враховувати, що за період вистоювання і випікання висота плити збільшується приблизно втричі, а ширина — на 10–15 мм.

Листи із сформованими заготовками встановлюють на колиски вистійної шафи. Тривалість вистоювання 50–75 хв при 35–40 °С, після чого плити змазують яєчним мастилом. На окремі види сухарів (кофейні) змащені плити посипають кришивом. Якщо передбачається оздоблення сухарів маком чи сіллю, — посипку плит здійснюють без попереднього змащування.

Сухарне кришиво готують із відбракованих сухарів. Після їх подрібнення одержане кришиво просіюють крізь сито з розмірами вічок 2–3 мм.

У разі машинного формування всі плити, окрім плит для дитячих сухарів, наколюють. Випікання плит здійснюють у тупикових або тунельних печах без зволоження пекарної камери при 200–260 °С 15–20 хв, залежно від виду сухарів, маси плити та марки печі.

Витримування плит для різання їх на скибки. Витримування сухарних плит здійснюють із метою запобігання деформації при різанні на скибки. Випечені плити укладають на фанерні листи або в лотки на нижню скоринку чи ребро. Витримування здійснюють на вагонетках, у кулерах або на стелажах у добре вентильованому приміщенні. Оптимальною для витримування плит є температура 15–20 °С, відносна вологість повітря 65–75 %. Тривалість витримування 4–24 год залежно від виду виробів і умов виробництва. Свіжі плити при різанні деформуються, а надмірно черстві — кришаться. Оптимальним є витримування протягом 6–8 год після випікання, такий термін забезпечує хороше намокання сухарів. Різання плит на скибки здійснюють дисковими хліборізальними машинами ХРМ-300М, МРХ-180В або пилорамними — ХРП, А2-ХР2-П та ін.

Відходи, що одержують під час різання плит (окрайці, деформовані скибки, крихти), подрібнюють і використовують під час приготування тіста або переробляють на сухарне кришиво для оздоблення сухарів. Маса відходів складає близько 4 % від загальної маси плит.

На окремі види сухарів нарізані скибки перед сушінням змазують яєчним мастилом і оздоблюють цукром або горіхом.

Скибки розкладають на металеві листи або під печі та направляють на сушіння.

Сушіння скибок. Розкладені на листи чи під печі скибки сушать у тупикових або тунельних печах (ФТЛ, БН-25, ПХС-25, П-104 чи інших) при температурі 175–210 °С протягом 14–30 хв. Сушіння сухарів триваліше, ніж випікання сухарних плит. Режим сушіння залежить від типу печі, розмірів скибок, складу їх рецептури. Чим більше здоби у сухарях і чим товща скибка, тим нижчою повинна бути температура сушіння. Для отримання рівномірного забарвлення сухарів бажано скибки під час сушіння перевертати. Але треба мати на увазі, що при надмірно тривалому висушуванні при пониженій температурі погіршується крихкість і набухання сухарів.

У разі жорсткого режиму сушіння в сухарях утворюються мікротріщини, що обумовлюють крашу крихкість і набухання виробів. Під час сушіння внаслідок реакції меланоїдиноутворення скибки інтенсивно забарвлюються.

Вологість готових сухарів має бути 8–12 %, залежно від виду сухарів.

Після сушіння сухарі охолоджують протягом 2–3 год.

Пакування і зберігання сухарів. Охолоджені сухарі відбраковують і укладають в ящики з дощок, фанерні або з гофрованого картону. Кожен ящик усере-

дині з усіх боків повинен бути викладений чистим папером. Сухарі укладають в ящики «на ребро», обсипані — «глашмя», дитячі — насипом. Сухарі фасують у пакети, обкладені в один шар пергаментом, підпергаментом, пергаментом, целюфаном; у коробки чи поліетиленові пакети.

Сухарі повинні зберігатись у сухих, чистих складах, що провітрюються, не заражених шкідниками хлібних запасів, при температурі 20–22 °С і відносній вологості повітря 65–75 %. Гарантійний термін зберігання здобних сухарів із дня виготовлення такий: фасованих у поліетиленові пакети — 30 днів; упакуваних у ящики, коробки, пакети — особливих — 15 днів, гірчичних, з маком, туристичних, молочних, ювілейних, вершкових, горіхових — 45 днів, інших сухарів — 60 днів. Ящики укладають штабелями на стелажах або підтоварниках висотою не більше 8 рядів.

Оцінка якості сухарів. Якість сухарів оцінюють за формою, яка повинна бути притаманною даному виду сухарів; станом поверхні, кольором, смаком, запахом. Але найголовнішими показниками їх якості є крихкість і набухання. Сухарі мають бути крихкими і повністю набухати у воді з температурою 60 °С протягом 1 хв. Деякі види сухарів (дитячі, шкільні, дорожні) повинні повністю набухнути протягом 2 хв.

Причиною пониженої крихкості та недостатнього набухання можуть бути: не досить виброджене тісто, низька пористість плит, надмірна тривалість їх вистоювання (черствіння), тривале висушування скибок при низькій температурі.

Нормативною документацією на сухарі передбачено також допустимий вміст лому (5–7 %, залежно від виду сухарів), а також вміст крайців (не більше 2 %) і сухарів зменшеного розміру, що знаходяться біля крайця (не більше 8 %) від загальної маси.

Вихід сухарів — це відсоткове відношення маси охолоджених виробів до маси борошна, витраченого на їх виробництво. Фактичний вихід сухарів, перерахунок планового виходу сухарів на фактичну вологість борошна, перевірку відповідності фактично отриманого виходу плановому здійснюють аналогічно визначенню цих показників для хліба. Розрахунок виходу сухарів здійснюють за виходом тіста, з відрахуванням технологічних затрат і втрат з урахуванням яєчного мастила тістових заготовок із наступним коригуванням на базову вологість — 14,5 %.

На відміну від розрахунку виходу хліба, для сухарів не враховуються затрати борошна на оброблення, оскільки воно при цій операції не використовується. До технологічних затрат додаються затрати від зменшення маси сухарних плит при охолодженні та витримуванні, а також затрати від зменшення маси сухарних плит при сушінні — обжарюванні.

Якщо технологією виробництва сухарів передбачене змащення тістових заготовок перед випіканням, до технологічних втрат додають втрати яєчного мастила на листах, а також втрати у вигляді кришви і деформованих сухарних скибок, що утворюються при різанні сухарних плит.

Вихід сухарів $V_{\text{сук}}$ обчислюють за формулою

$$V_{\text{сук}} = G_t + G_{\text{зм}} - (V_0 + V_t + 3_{\text{ор}} + 3_{\text{н}} + V_{\text{зм}} + 3_{\text{охол}} + V_0 + 3_c + 3_{\text{т}} + 3_{\text{укл}} + 3_{\text{збер}} + V_{\text{кр}} + V_{\text{шт}} + V_{\text{бр}}),$$

де G_t — вихід тіста без врахування мастила, кг; $G_{\text{зм}}$ — маса яєць, що витрачається на змащування, кг; V_0 — втрати борошна до змішування тіста, кг; V_t — втрати борошна і тіста у період від змащування напівфабрикатів до посадки тістових заготовок у піч, кг; $3_{\text{ор}}$ — затрати при бродінні напівфабрикатів, кг; $3_{\text{н}}$ — затрати при випіканні сухарних плит (упікання), кг; $V_{\text{зм}}$ — втрати яєчного мастила, кг;

ФОРМУВАННЯ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

$Z_{охол}$ — затрати при охолодженні та витримуванні сухарних плит, кг; V_p — втрати при різанні сухарних плит, кг; Z_c — затрати при сушінні — обжарюванні сухарних скибок, кг; $Z_{тр}$ — затрати при транспортуванні сухарів від печі до місця пакування, кг; $Z_{укл}$ — затрати при укладанні сухарів у ящики тощо, кг; $Z_{збер}$ — затрати при зберіганні сухарів у експедиції, кг; $V_{кр}$ — втрати у вигляді крихти, кг; $V_{шт}$ — втрати від неточності маси одиниці пакування, кг; $V_{пр}$ — втрати від переробки браку, кг.

Середні розміри технологічних втрат і затрат при виробництві здобних сухарів з 100 кг борошна наведені нижче.

Втрати борошна до замішування напівфабрикатів, V_b , кг	0,002
Втрати борошна і тіста від початку замішування напівфабрикатів до посадки тістових заготовок у піч, V_t , кг	0,08
Затрати:	
при бродінні, $Z_{бр}$, кг	1,94
при випіканні, $Z_{уп}$, кг	16,60
при охолодженні сухарних плит, $Z_{охол}$, кг	5,86
Втрати яєчного мастила, $V_{зм}$, кг	0,08
Втрати при різанні сухарних плит, V_p , кг	0,53
Затрати при сушінні сухарних скибок, Z_c , кг	24,18
Затрати при транспортуванні до місця укладання, $Z_{тр}$, кг	3,02
Затрати при укладанні сухарів, $Z_{укл}$, кг	1,09
Затрати при зберіганні в експедиції, $Z_{збер}$, кг	1,53
Втрати у вигляді крихт, $V_{кр}$, кг	0,85
Втрати від переробки лому і бракованих сухарів, $V_{пр}$, кг	0,04

Вихід здобних сухарів залежить від рецептури на їх виготовлення і складає від 105 (сухарі дитячі) до 125 % (вершкові).

Контрольні питання до розділу 11

1. На які групи поділяється асортимент хлібних виробів згідно номенклатури органів статистики?
2. Дайте характеристику видам хліба, що виробляється з суміші житнього і житньо-пшеничного борошна. Які з них є поліпшеними?
3. Охарактеризуйте види хліба з пшеничного сортового борошна, що виробляються в Україні.
4. Які види відносяться до групи «вироби булочні»? Які особливості цих виробів?
5. Які види здобних виробів виготовляють в Україні? Які їх основні особливості?
6. Дайте характеристику листовим виробам. Яка особливість технології їх виготовлення?
7. Які види виробів відносяться до бубличних? У чому особливість їх приготування?
8. Дайте характеристику простим і здобним сухарям.
9. Які вироби відносяться до групи дієтичних і лікувальних?
10. Дайте характеристику способам виготовлення бубличних виробів.
11. З якою метою проводять операції натирання тіста, обшпарки тістових заготовок у виробництві бубличних виробів?
12. Як виготовляють сухарі-грінки, панірувальні сухарі? Які особливості цієї продукції?
13. Які особливості технології виготовлення здобних сухарів?

У комплексі якість хліба формується низкою факторів, до яких відносять якість нормативно-технічної документації, якість сировини, якість технологічного процесу і технологічного обладнання, якість праці виробників, якість зберігання, транспортування і реалізації продукції, а також якість споживання виробів, тобто якість виробництва і якість післявиробничих умов існування продукції, рис. 12.1. Порушення будь-якого з цих факторів призводить до одержання недоброякісної продукції.

Нормативні документи регламентують якість виробів шляхом закладення



Рис. 12.1. Основні фактори, що обумовлюють якість виробів

показників якості продукції у відповідні стандарти або технічні умови. Як нормативні документи, вони мають силу закону. Зафіксовані в них вимоги повинні беззаперечно виконуватись.

Якість сировини є визначальним фактором при виборі способу приготування тіста, параметрів технологічного режиму, що забезпечують виготовлення високоякісної продукції.

Якість технології та обладнання передбачає вибір раціональної технології, її апаратного оформлення, дотримання оптимальних параметрів технологічного режиму, забезпечення якості роботи машин і агрегатів.

Якість праці виробників обумовлюється їх кваліфікацією, організацією виробництва в цілому і робочих місць зокрема.

Від якості післявиробничих умов життєвого циклу виробів у значній мірі залежить тривалість збереження виробами свіжості, форми, оздоблення поверхні, мікробіологічне забруднення продукції тощо.

Під якістю споживання розуміють умови і тривалість зберігання хлібних ви-

робів у період споживання. Неприятливі умови в цей час можуть призвести до пліснявіння виробів, розвитку картопляної хвороби тощо.

В умовах виробництва якість продукції забезпечується за допомогою контролю якості сировини, додержання параметрів технологічного процесу, показників якості готових виробів.

12.1. Контроль технологічного процесу

Контроль технологічного процесу виробництва є одним із основних засобів запобігання випуску нестандартної продукції, зміцнення технологічної дисципліни, зниження затрат і втрат на всіх стадіях виробництва.

Технологія виготовлення і параметри технологічного процесу, які забезпечують виробництво доброякісної продукції, регламентуються технологічною інструкцією, що розробляється і затверджується на галузевому рівні поряд з рецептурою на виготовлення виробу.

На підприємстві контроль технологічного процесу і якості хлібних виробів здійснює виробнича лабораторія. Вона контролює сировину, що надходить на підприємство, розробляє виробничі рецептури на асортимент продукції, яка виготовляється, встановлює параметри технологічного процесу виготовлення виробів згідно затверджених технологічних інструкцій з урахуванням хлібопекарських властивостей борошна, якості хлібопекарських дріжджів, застосування добавок тощо, і контролює їх додержання.

Лабораторія контролює якість готових виробів, вихід хліба, розробляє і впроваджує раціональні технології виробництва продукції.

Контроль технологічного процесу включає перевірку виконання рецептур, додержання технологічного режиму приготування напівфабрикатів за вологістю, кислотністю, температурою, тривалістю бродіння, а також температурного, вологісного режимів і тривалості вистоювання та випікання тістових заготовок, правильності укладання і зберігання готових виробів. Одним із основних завдань контролю технологічного процесу є контроль кількісних показників, тобто затрат і втрат на всіх стадіях виробництва, розробка заходів по їх зменшенню.

Контроль параметрів технологічного процесу, якості напівфабрикатів і готової продукції проводиться методами, передбаченими діючими нормативними документами. Для внутрішньозаводського контролю застосовують також методи, не передбачені стандартами, наприклад, експрес метод визначення вологості тіста, органолептична оцінка готовності напівфабрикатів тощо.

Стандарти на методи визначення передбачають правила відбору проб і зразків, підготовку їх до аналізу, проведення аналізу, обробку результатів.

Виробничою лабораторією з метою додержання рецептури перевіряється точність роботи дозуючої апаратури шляхом контрольного зважування однієї порції сировини при порційному приготуванні напівфабрикатів або кількості сировини, що дозується за одну хвилину, при безперервному приготуванні.

Вміст сухих речовин у розчині солі та цукру контролюють шляхом визначення відносної густини розчину при температурі 20 °С.

Температуру напівфабрикатів вимірюють технічним термометром із шкалою від 0 до 50 °С і точністю до 1 °С.

Вологість напівфабрикатів визначають експрес методом здебільшого на приладі ОВТ-012.

Тривалість бродіння напівфабрикатів визначають за часом бродіння або за кількістю ємкостей з напівфабрикатами.

Готовність напівфабрикатів визначають за об'ємом, ступенем розпушеності, але основним показником готовності є титрована кислотність.

Точність роботи тістоподільника контролюють шляхом зважування 10–20 шматків тіста, відібраних від машини підряд у трьох-п'яти повторностях.

Закінчення вистоювання тістових заготовок визначають за органолептичними ознаками.

Контроль готовності хліба визначають органолептично або за температурою центру м'якушки в момент виходу його з печі.

Докладно методи контролю технологічного процесу викладені у спеціальній літературі.

12.2. Дефекти хліба, викликані помилками в технологічному процесі виробництва

Дефекти хліба можуть бути викликані порушеннями режиму зберігання сировини та її підготовки до виробництва, недотриманням рецептури, технологічного режиму приготування тіста, вистоювання, випікання, зберігання хліба.

Порушення умов зберігання сировини і підготовки її до виробництва.

При зберіганні борошна у несприятливих умовах може статися його злежування, самозігрівання, воно може згіркнути, набути пліснявого чи затхлого запаху, який передається готовим виробам. Важливим є дотримання співвідношення при замішуванні різних за якістю партій борошна для забезпечення необхідних хлібопекарських властивостей цієї сировини. Погана робота магнітної установки, розірвані сита можуть привести до попадання сторонніх предметів у тісто.

При зберіганні дріжджів необхідно суворо дотримуватись температурного режиму. Замерзлі дріжджі повинні поступово відтанути. Якщо дріжджі зберігались у несприятливих умовах, вони втрачають стійкість, знижується їх підйомна сила. У випадку виявлення дефектів дріжджів, щоб уникнути виробництва погано розпушеного хліба, необхідно перевірити їх підйомну силу, скоректувати дозування і при необхідності провести активацію.

Недостатньо суворий контроль за приготуванням розчинів солі та цукру може призвести до порушення дозування цих продуктів у тісто. Контроль густини розчинів, роботи відстійників, фільтрів є засобом попередження випікання хліба, що не відповідає стандарту, та регламентує вміст сировини.

Розшарування маргарину, загущіння жиру призводить до порушень рецептури.

Порушення рецептури і технологічного режиму приготування тіста.

Порушення рецептури може призвести не тільки до погіршення якості хліба, але й до перевитрат сировини. При пониженому у порівнянні з нормативною, вологістю тіста затримується хід мікробіологічних і біохімічних процесів, тісто погано розпушується. Хліб має малий об'єм, округлу форму, суху крихку м'якушку. Зменшується вихід готової продукції.

Якщо при замішуванні добавлено надлишок води, процес бродіння тіста йде надто інтенсивно, воно стає липким на дотик. Подовий хліб у цьому випадку

розпливається, а формовий має плоску скоринку. М'якушка хліба липка, з нерівномірною крупною товстостінною пористістю, волога на дотик.

У разі зниженої кількості дріжджів уповільнюється процес газоутворення, тісто погано розпушується і повільно вистоюється. Хліб має малий об'єм, щільну м'якушку, темний колір скоринки. Надмірно високе дозування дріжджів призводить до інтенсивного витрачання цукрів на бродіння. Тісто бурхливо бродить, причому бродіння випереджає процеси дозрівання білкового комплексу. Хліб має малий об'єм, бліду скоринку, іноді буває розпливчатим внаслідок негативного впливу глютаїну дріжджів на якість клейковини.

Зменшення кількості або відсутність солі приводить до активного споживання дріжджами цукрів. Фізичні властивості тіста при цьому погіршуються. Тістові заготовки у вистійці розпливаються, прилипають до касет або платок, на яких вистоюються. Хліб має несолоний смак, розпливчату форму, слабо забарвлену скоринку.

Пересолене тісто слабо бродить, процес вистоювання тістових заготовок уповільнюється. Хліб має солоний смак, грубу м'якушку, товстостінну пористість, бліду, без гляncy скоринку.

Якщо при замішуванні тіста для булочних або здобних виробів не внесений цукор чи зменшена його кількість проти вказаної в рецептурі, вироби з цього тіста мають бліду скоринку, грубу м'якушку, погіршений аромат.

При замішуванні тіста важливе значення має температура води, яку заливають. Холодна вода затримує процес бродіння. Надмірно гаряча вода негативно впливає на життєдіяльність дріжджових клітин, призводить до небажаних змін білкових речовин тіста. Все це погіршує якість виробів, а саме: у м'якушці хліба можуть з'явитись темні плями.

Для запобігання порушень рецептури необхідно постійно слідкувати за працездатністю роботи дозуючої апаратури.

Якість виробів у значній мірі залежить від замісу тіста. В разі недостатньо якісного замішування тісто нерівномірно бродить, у хлібі можуть бути сліди непромісу.

Надмірно інтенсивне замішування тіста, особливо при слабкій клейковині, призводить до погіршення його фізичних властивостей. Тісто втрачає формоутримувальну здатність, хліб виходить розпливчатим, з недостатньо розвинутою пористістю.

У разі не досить тривалого бродіння опари і тіста не забезпечується накопичення потрібної кислотності напівфабрикатів, не відбувається достатньо глибокий ферментативний гідроліз у білковому і вуглеводному комплексах, напівфабрикати не встигають дозріти, уповільнюється процес вистоювання тістових заготовок. Хліб з такого тіста має прісний смак, на його поверхні з'являються пухирі, з тонкою підгорілою скоринкою, пористість м'якушки знижена, скоринка може відставати від м'якушки.

Якщо тривалість бродіння надмірна, напівфабрикати переокисають, погіршуються фізичні властивості тіста, його формоутримувальна здатність у процесі вистоювання і при випіканні. На скоринці хліба можуть бути тріщини, у м'якушці — пустоти, смак і запах виробу кислий.

Попередити появу цих недоліків можна при постійному контролі дозрівання напівфабрикатів. Необхідно контролювати підйомну силу дріжджів і рідких опар, кислотність опар і тіста, слідкувати за температурою бродіння напівфабрикатів.

У технологічному процесі приготування здобних виробів обов'язково передбачається операція обминання тіста. Вона доцільна також при переробці сортово-

го борошна з сильною клейковиною. Якщо обминання тіста у вказаних випадках не проводиться, то пористість м'якушки хліба виходить нерівномірною, товстостінною, в останній можуть бути пустоти.

Порушення режиму оброблення тіста. Іноді вироби мають неправильну форму, нерівну поверхню, деформовані. Такі дефекти частіше викликані порушенням режиму оброблення тіста.

На покращання якості продукції, а також на зниження втрат сировини у процесі виробництва суттєво впливає правильність експлуатації тістооброблювального обладнання. Від відрегульованості тістоподільних машин залежить стабільність маси виробів, а значить — витрати борошна, жиру, цукру та іншої сировини. Необхідно слідкувати за дотриманням масу тістових заготовок. Малий лійці машини, постійно контролювати масу тістових заготовок.

Правильно відрегульована робота тістоокруглювачів забезпечує хороший об'єм і форму виробів, робить неможливими втрати тіста на цій ділянці технологічного циклу. З метою уникнення відщипування шматків тіста при округленні, систематично контролюють величину щілини між чашею і спіраллю. Вона має бути не більшою 0,25 мм.

Необхідно також слідкувати, щоб заготовки падали на дно чаші. Це виключає можливість набігання одного шматка тіста на інший.

Під час закачування необхідно слідкувати за рівномірністю подавання заготовок тіста до розкочуючих валків, не допускати їх здвоєння, контролювати правильність форми заготовок, при необхідності регулювати положення несучої та формуючої поверхонь.

Великий вплив на якість виробів мають умови, в яких проводиться вистоювання заготовок тіста. Порушення режиму вистоювання тіста перед випіканням призводить до отримання хліба низької якості. Якщо період вистоювання тіста був скороченим, верхня скоринка формового хліба буде дуже випуклою і відірваною з одного або обох сторін від бокових стінок. Подовий хліб у цьому випадку має кулеподібну форму і вплив з боків. Якщо період вистоювання був надмірним, верхня скоринка формового хліба буде плоскою або увігнутою, подовий хліб розпливчатим, пористість нерівномірною.

При низькій температурі, наявності протягів у вистійній шафі процес вистоювання уповільнюється, на заготовках утворюється тонкий підсохлий шар (частото з тріщинами), хліб виходить малого об'єму, погано розпушений, швидко черстве. Щоб уникнути обвітрювання тістових заготовок при вистоюванні, необхідно усунути протяги у вистійній шафі. Технологічні інструкції регламентують тривалість вистоювання, оптимальні температуру і відносну вологість у вистійних шафах на кожен вид виробів. Оптимальними вважаються температура вистоювання 35–38 °С, відносна вологість повітря в камері 75–80 %. Ці параметри повинні уточнюватися в залежності від якості борошна, рецептури виробів і використаних добавок.

Порушення режимів випікання і зберігання виробів. Порушення правил посадки заготовок у піч і режиму випікання хліба також призводить до появи дефектів виробів. При особливо густій посадці подового хліба він може злипатися, бокова скоринка може вийти блідою. При посадці заготовок, особливо житніх, на холодний під вироби набувають розпливчатої форми, спостерігаються відшарування нижньої скоринки, тріщини. В результаті ударів заготовок тіста чи форм із заготовками об під при посадці в піч або на початку випікання відбувається відшарування скоринки від м'якушки.

За надмірно довгого випікання скоринка виробів товста, може бути підгорілою. Якщо в печі надмірно висока температура, м'якушка не встигає пропектись, а скоринка підгорає. Недостатня тривалість випікання приводить до виходу хліба з білою скоринкою, липкою м'якушкою.

Помітне покращання якості та зниження витрат на упікання дає зволоження заготовок у початковій стадії випікання, підтримання необхідної відносної вологості повітряного середовища в пекарній камері, обприскування водою із форсунок тістових заготовок при посадці виробів у піч і при вивантаженні їх звідти.

Відсутність пари в пекарній камері, нерівномірне обприскування тістових заготовок перед посадкою у піч викликає появу плям на поверхні виробів, скоринки виробів стають матовими, з сивуватим нальотом, іноді з тріщинами. Плями на поверхні з'являються також унаслідок надмірної кількості пари у зоні парозволоження, особливо, якщо струмінь пари направлений на поверхню заготовок. При надлишковому обприскуванні вироби можуть прилипати до поду печі.

Ряд дефектів хліба виникають під час вивантаження його з печі та зберігання — відшарування скоринки, поява темних плям у м'якушці (особливо у житнього хліба), деформація. Темні плями у м'якушці хліба виникають при поганій пропеченості, високій автолітичній активності борошна, підвищеній вологості м'якушки, недостатній розпушеності тіста. Вони можуть також з'явитися, якщо хліб лежав на холодній металічній поверхні або в гарячому стані був покладений на нижню скоринку. Щоб уникнути цього дефекту, хліб слід складати на бокову або торцеву скоринку і швидко охолоджувати.

Для запобігання деформації гарячих виробів необхідно додержуватись норм і правил складання хліба на вагонетки, у контейнери; правил завантаження в автотранспорт і транспортування у торговельну мережу.

12.3. Оцінка якості хліба

За якістю хлібні вироби повинні відповідати вимогам нормативно-технічних документів (ДСТУ, ТУУ та ін.). У цих документах зазначені показники, що відображають якість виробів. Основними серед них є форма, колір, стан поверхні та м'якушки, вологість, кислотність, пористість, вміст цукру і жиру (для виробів, в рецептуру яких входять цукор і жир).

Для визначення показників якості застосовують органолептичні та фізико-хімічні методи аналізу. Органолептичними методами визначається форма хліба, його колір, стан поверхні та м'якушки, характер пористості, смак, запах, свіжість. Органолептичні показники якості характеризують словами: колір «блідий», «золотисто-жовтий», «світло-коричневий», «темно-коричневий»; стан скоринки — «гладка», «нерівна», «з тріщинами», «з підривами»; колір м'якушки — «білий», «сірий», «темний»; пористість — «рівномірна», «нерівномірна», «мілка», «середня», «крупна», «тонкостінна», «товстостінна»; еластичність м'якушки — «хороша», «середня» або «погана», тобто м'якушка еластична, недостатньо еластична чи нееластична.

Фізико-хімічними методами визначають вологість, кислотність, пористість хліба, вміст жиру і цукру у виробах, у рецептуру яких входить ця сировина. Для штучних виробів нормується маса одного виробу. Для сухарів нормується також показник «набухання», а для бараночних виробів — «намокання».

Для дієтичних видів хліба передбачено контроль вмісту вуглеводів, йоду, солі або інших компонентів, залежно від виду виробів.

Фізико-хімічні показники хліба визначають не раніше, ніж через 3 год після виходу продукції з печі та не пізніше ніж через 48 год, якщо хліб виготовлений з обоїх сортів борошна, або через 24 год, якщо з сортового; для булочних виробів — не раніше 1 год і не пізніше 16 год.

З метою повнішої характеристики якості виробів визначають низку додаткових показників, не передбачених стандартом. Це питомий об'єм (об'єм 100 г виробів, см³/100 г), формостійкість подового хліба (відношення висоти виробу до його діаметру, H/D), ступінь випуклості верхньої скоринки формового хліба, пропеченість м'якушки.

Застосовують також інструментальні методи визначення деяких показників якості, для оцінки яких стандарт передбачає органолептичні методи. Так, фізичні властивості м'якушки хліба можна визначити на автоматизованому пенетрометрі (стиснення, пружність, еластичність). Цим методом можна визначити ступінь черствіння хліба у часі. Колір скоринки і м'якушки хліба можна визначити на фотометрі, пропеченість м'якушки — за вмістом водорозчинних речовин; вміст ароматичних речовин — за вмістом бісульфітз'язуючих сполук. Схема оцінки якості виробів наведена на рис. 12.2.



Рис. 12.2. Схема оцінки якості хліба

Удосконалення методів оцінки якості продукції має здійснюватись шляхом впровадження об'єктивних інструментальних і хімічних методів.

Для оцінки якості продукції використовують також соціологічний метод, який передбачає визначення якості на основі аналізу думки споживачів продукції, зібраної шляхом проведення усного опитування, конференцій споживачів, дегустацій. При цьому іноді застосовують балову оцінку.

Інколи в роботі дегустаційних комісій проводиться оцінка якості за комплексним показником якості. При його визначенні показники якості оцінюються у балах, поряд з цим береться до уваги коефіцієнт вагомості кожного показника якості в узагальненій оцінці якості виробу.

12.4. Сенсорна оцінка якості хлібних виробів

Споживач оцінює хлібні вироби за смаком, запахом, кольором, зовнішнім виглядом, формою тощо. Робить він це за допомогою органів чуття, зору, смаку, нюху, дотику, тобто органолептично.

Слово «органолептично» є похідним від латинських «органо» — орган, інструмент і «ламбано» — відчуття.

Спеціалісти органолептичну оцінку продукту можуть давати за допомогою сенсорного аналізу. Цей термін походить від латинського «сensus» — відчуття; він ідентичний терміну «органолептичний». Під сенсорним аналізом розуміють органолептичну оцінку якості виробів, яка проводиться спеціалістом — дегустатором за допомогою методів, що гарантують точність результатів. Претендентів у дегустатори відбирають шляхом перевірки їх чутливості сприймати і розрізняти смаки, специфічні для даного харчового продукту. Смак є для споживача вирішальним показником якості продукту. Здатність рецепторів дегустатора розпізнавати смак визначають за допомогою тестів на смаковий дальтонізм та індивідуальний поріг смакової чутливості. Визначають здатність розпізнавати солодкий, кислий, солоний і гіркий смаки. У людини смак сприймається головним чином поверхнею язика. Кінчик язика найкраще сприймає солодкий і солоний смаки, до кисло-солодкого смаку найбільш чутливі краї задньої частини язика, до гіркого — його основа.

Смак обумовлюють речовини, що є розчинними у воді або слині. Солодкий смак мають цукри, деякі спирти, деякі білкові речовини. Кислий смак обумовлюється активною кислотністю (рН) продукту; солоний — наявністю солей натрію, калію тощо; гіркий — вмістом алкалоїдів, глюкозидів.

Для визначення смакового «дальтонізму» спочатку готують основні розчини сахарози, хлористого натрію, винної кислоти, кофеїну, а потім шляхом розведення їх до певної концентрації — робочі розчини. Приготовлені розчини розливають у 9 колбочок, при цьому три види смаку повторюються двічі, а один — тричі. Кожен дегустатор визначає смак у кожній колбі. Вважається, що в дегустатора смаковий «дальтонізм», якщо він помилився більше двох разів з дев'яти випадків.

Далі визначають чутливість кожного дегустатора до смакових подразників, яка характеризується порогом чутливості — найменшою концентрацією смакової речовини, що сприймається органами чуття.

Методи вибору дегустаторів уже розроблені в багатьох галузях харчової промисловості. В хлібопекарській промисловості їх досі немає. У свій час вчені

Московського технікуму харчової промисловості встановили такі середні значення порогу чутливості для групи дегустаторів: для винної кислоти — 0,0025; для сахарози — 0,270; для хлористого натрію — 0,030 г на 100 мл розчину.

Індивідуальні пороги чутливості кисло-солодкого і солоного в кандидатів у дегустатори були в діапазонах відповідно 0,0050–0,0115; 0,05 — 0,35; 0,03–0,09 г на 100 мл розчину.

Схема оцінки окремих показників якості. Спочатку оцінюють показники якості, що сприймаються органами зору: колір, форма, стан скоринки тощо. Потім — органами нюху: оцінюють запах. Далі — органами дотику: визначають консистенцію — пропеченість, м'якість, пружність тощо. Після цього оцінюють властивості, які визначаються в ротовій порожнині: смак, однорідність. Смакові відчуття протікають з різною швидкістю. Солоний смак сприймається миттєво, солодкий і кислий — менш швидко, а гіркий — уповільнено.

12.5. Роль стандартизації в підвищенні якості хлібних виробів

Здатність Державної системи стандартизації суттєво впливати на підвищення ефективності виробництва і якості продукції витікає із її визначення, що міститься в Законі України «Про стандартизацію» від 17.05.2001 р. № 2408-III «Стандартизація — діяльність, що полягає у встановленні положень для загального і багаторазового застосування щодо наявних чи можливих завдань з метою досягнення оптимального ступеня впорядкування у певній сфері, результатом якої є підвищення ступеня відповідності продукції, процесів та послуг їх функціональному призначенню, усунення бар'єрів у торгівлі і сприяння науково-технічному співробітництву».

Основними документами системи стандартизації є стандарти і технічні умови. Стандарт є документом, що встановлює для загального і багаторазового застосування правила, загальні принципи або характеристики, які стосуються діяльності чи її результатів, з метою досягнення оптимального ступеня впорядкованості у певній галузі, розроблений у встановленому порядку на основі консенсусу.

Технічні умови — це документ, що встановлює технічні вимоги, яким повинні відповідати продукція, процеси чи послуги. Технічні умови можуть бути стандартом, частиною стандарту або окремим документом.

Основним завданням стандартів у хлібопекарській промисловості є захист інтересів споживача і держави у питаннях якості продукції, забезпечення її безпечності для життя і здоров'я людини, підвищення якості продукції відповідно до розвитку науки і техніки, потреби населення.

Технічний рівень стандартів має бути перспективним. В них повинні бути закладені вимоги і норми, що відповідають останнім досягненням науки і виробництва.

У стандартах на хліб і хлібні вироби передбачено три розділи: технічні вимоги, методи випробувань і зберігання та транспортування.

У розділі «Технічні вимоги» передбачені вимоги до виду і якості сировини, вид хліба — формовий чи подовий, ваговий або штучний; вимоги за органолептичними показниками (зовнішній вигляд, стан м'якушки, смак і запах); нормати-

ви показників, що визначають фізико-хімічними методами: вологість, кислотність, пористість, вміст цукру і жиру у виробках з цієї сировиною; для сухарних і булбличних виробів — відповідно набухання і намокання.

У розділі «Методи випробувань» указані стандарти, за якими необхідно проводити випробування.

У розділі «Нормативні посилання» вказані посилання на відповідні стандарти або викладені вимоги, спеціальні для даного виробу.

У хлібопекарській промисловості застосовуються такі категорії стандартів, передбачені ДСТУ 1.0-93:

державні стандарти України — ДСТУ;

галузеві стандарти України — ГСТУ;

стандарти товариств (спілок) — СТТУ;

технічні умови України — ТУУ;

стандарти підприємств — СТП;

діють також ГОСТи колишнього СРСР.

Державні стандарти України, галузеві стандарти і стандарти товариств (спілок), а також зміни до них підлягають державній реєстрації в Держстандарти України.

Технічні умови на продукцію та зміни до них підлягають державній реєстрації в територіальних органах Держстандарту України.

Державні стандарти України містять обов'язкові та рекомендовані вимоги. До обов'язкових належать:

— вимоги, що забезпечують безпечність продукції для життя і здоров'я людини, охорону навколишнього природного середовища і вимоги до методів випробувань цих показників;

— вимоги техніки безпеки і гігієни праці з посиланням на відповідні норми та правила;

— метрологічні норми, правила, вимоги та положення, що забезпечують достовірність і єдність вимірювань;

— положення, що забезпечують технічну єдність під час розроблення, виготовлення, застосування продукції.

Обов'язкові вимоги державних стандартів підлягають безумовному виконанню всіма підприємствами, на діяльність яких поширюється дія стандартів.

Рекомендовані вимоги державних стандартів є обов'язковими для виконання, якщо:

— це передбачено чинними актами законодавства;

— ці вимоги включені до договорів на розроблення, виготовлення та поставку продукції;

— виробником продукції документально заявлено про відповідність продукції цим стандартам.

Галузеві стандарти розробляють на продукцію, послуги в разі відсутності державних стандартів України чи в разі необхідності встановлення вимог, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів. Обов'язкові вимоги галузевих стандартів не повинні суперечити вимогам державних стандартів і підлягають безумовному виконанню підприємствами, установами і організаціями сфери управління органу, який їх затвердив.

Технічні умови розробляють для встановлення вимог, що регулюють стосунки між постачальником (розробником, виробником) і споживачем (замовником) продукції, для якої відсутні державні чи галузеві стандарти (або в разі необхідності конкретизації вимог зазначених документів). У хлібопеченні ТУ роз-

робляють на нову продукцію або продукцію з обмеженим терміном виробництва.

Стандарти підприємства розробляють на продукцію, яку виробляють лише на конкретному підприємстві. Стандарти підприємства не повинні суперечити обов'язковим вимогам державних і галузевих стандартів.

Право власності на національні стандарти належить державі.

Право власності на інші стандарти, створені іншими суб'єктами стандартизації, належить тим суб'єктам, за кошти яких вони створені або яким вони передані в установленому законом порядку.

Основними об'єктами стандартизації у хлібопекарській промисловості є хлібобулочні вироби, пакування, норми, методи випробування, терміни і визначення.

Основними напрямками стандартизації в хлібопекарській промисловості є перегляд діючих стандартів з метою підвищення їх науково-технічного рівня та розробка нових стандартів.

Вважається, що для підвищення рівня стандартизації у хлібопеченні при перегляді діючих і розробці нових нормативних документів необхідно передбачати введення показників, які повніше характеризують споживачькі властивості продукції, заміну органолептичної оцінки показників якості таких, як аромат, колір, стан м'якшки, інструментальними методами, підсилення метрологічного забезпечення якості.

Зважаючи, що якість виробів залежить від прогресивності стандартів, рівня вимог до сировини, матеріалів, тари, пакування, способів транспортування і зберігання продукції, перспективним є впровадження комплексної та випереджаючої стандартизації.

Суттєвість комплексної стандартизації полягає у взаємному погодженні всіх факторів, що забезпечують оптимальний рівень якості продукції. Це значить, що має розроблятися комплекс документів, які передбачають підвищення якості не лише готової продукції, але й сировини, матеріалів, технологічного обладнання, технологічних процесів, засобів контролю. Так, діючий на цей час ГСТУ на якість борошна не відповідає підвищеним вимогам до якості хліба.

Вимоги, закладені в цих документах, мають бути погоджені зі стандартами на метрологічне забезпечення, правила пакування, маркування, зберігання і транспортування сировини та готових виробів. Наприклад, для виконання рецептур, забезпечення необхідної маси хліба необхідно підвищувати точність роботи дозувальної апаратури, тістоподільників тощо.

Випереджаюча стандартизація передбачає включення у стандарти прогресивних показників, досягнення яких є бажаним у майбутньому.

Головною організацією зі стандартизації в хлібопекарській промисловості України є Київський інститут хлібопродуктів, базовою організацією — лабораторія Укрхлібпрому.

У цей час проводиться робота з поступового відступу від ГОСТів колишнього Союзу, заміни їх національними стандартами, гармонізації стандартів України зі стандартами ISO. Розроблено низку галузевих стандартів, зокрема на такі групи продукції: калачі, короваї, сухарі-грінки, тістові напівфабрикати та інші.

Розроблені групові ТУУ на хліб з пшеничного борошна, хліб із суміші житнього та пшеничного борошна, вироби булочні, вироби здобні, сухарі здобні пшеничні тощо.

Розроблено і впроваджено галузевий стандарт — ГСТУ «Система розроб-

лення та поставлення продукції на виробництво. Хлібопекарські, макаронні та кондитерські вироби», додержання якого повинно гарантувати споживачу необхідний рівень якості та безпеки продукції. Це особливо актуально в теперішній час, коли через відсутність у чинному законодавстві України вимог про необхідність ліцензування хлібопекарської діяльності виробництво цієї продукції проводиться на деяких міні-пекарнях, а також фізичними особами без урахування вимог до якості та безпеки хліба.

12.6. Метрологічне забезпечення якості продукції

Організація метрологічного забезпечення якості виробів має проводитись відповідно до Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність». Метрологічне забезпечення повинне гарантувати постійний контроль за відповідністю засобів і методів вимірювань, які застосовуються на підприємстві, вимогам стандартів, технічних умов, технологічних інструкцій та інших документів з ведення технологічного процесу, а також проведення повірки, ремонту, налагодження вимірювальних засобів.

Для удосконалення метрологічного забезпечення якості продукції на хлібопекарському підприємстві має постійно проводитись аналіз оснащення виробництва, лабораторій вимірювальною технікою, розробляти раціональний для даного виробництва перелік показників якості сировини і готової продукції, параметрів технологічного процесу тощо, які підлягають вимірюванню, впроваджуватись сучасні методи вимірювань, запроваджуватись стандарти Державної метрологічної системи.

На хлібопекарських підприємствах немає спеціальної метрологічної служби. Відповідальність за стан, правильність експлуатації засобів вимірювань несе керівник підрозділу: завідувачі лабораторій, складів, експедиції, начальники цехів.

На підприємстві повинна бути розроблена і затверджена керівником схема метрологічного забезпечення виробництва кожного виду виробів за стадіями технологічного процесу, які цього потребують, а саме: дозування борошна і додаткової сировини, рідких компонентів, визначення густини розчинів, кислотності напівфабрикатів і готової продукції, контроль тривалості бродіння і вистоювання напівфабрикатів, визначення температури та вологості напівфабрикатів і готових виробів, точність ваги тістових заготовок під час формування, маси випечених виробів, температури і відносної вологості повітря в камерах для вистоювання, температури пекарної камери, параметрів пари, яка подається в піч, тривалість вистоювання та випікання тощо.

Схема метрологічного забезпечення включає стадії технологічного процесу, що потребують контролю, необхідні для цього засоби вимірювання, межі шкали вимірювань, інтервали вимірювання, клас точності приладів, похибки вимірювання.

Схема також встановлює порядок метрологічного забезпечення засобів вимірювання, контроль за виконанням графіків повірки і ремонту засобів вимірювань.

Засоби вимірювань повинні подаватися у відповідний центр метрології та стандартизації на державну повірку згідно з графіком, затвердженим керівником підприємства й узгодженим із центром стандартизації та метрології.

Ваги рівноплечі 2, 3, 4-го класів точності (аналітичні, технічні та ін.), важки до них, рефрактометри, секундоміри повіряють кожного року.

Термометри ртутні та рідинні, засоби вимірювання об'єму (бюретки, мірні колби та ін.), денсиметри, цукроміри, спиртоміри повіряються при випуску їх заводом-виробником. Для внутрішнього виробничого контролю повірку точності робочих термометрів проводять за контрольним термометром, який періодично повинен підлягати державній повірці. Ареометри повіряють порівнянням їх показань з показаннями контрольного, який піддавався державній повірці.

Рефрактометри повіряють згідно з інструкцією, доданою до приладу. Електричні сушильні шафи на рівномірність висушування, а також об'єм пробника для визначення пористості хлібобулочних виробів перевіряє заводська лабораторія.

Результати перевірки сушильних шаф, пробника та інших приладів записують до Журналу перевірки роботи лабораторного обладнання.

Державний нагляд за метрологічним забезпеченням здійснює Держстандарт України, конкретно — Державна метрологічна служба.

На жаль, на цей час оснащеність лабораторій хлібопекарських підприємств необхідним сучасним обладнанням і приладами недостатня. Для деяких хіміко-аналітичних методів аналізу не встановлена допустима межа у розходженні результатів вимірювання. Недосконала дозуюча апаратура для напівфабрикатів, що піняться: рідких дріжджів, заквасок, опар, мочки тощо.

Підвищення рівня організації метрологічного забезпечення сприятиме покращенню якості продукції.

12.7. Безпека продовольчої сировини і готових виробів. Показники безпеки

Безпека харчових продуктів — це відсутність токсичної, канцерогенної, мутагенної, алергенної чи іншої несприятливої для організму людини дії харчових продуктів при їх споживанні у загальноприйнятних кількостях, межі яких установлюються Міністерством охорони здоров'я України

Небезпечними для здоров'я і життя людини є харчові продукти і сировина, якщо вони містять:

будь-які шкідливі чи токсичні речовини, небезпечні для здоров'я мікроорганізми або їх токсини;

харчові добавки, які не отримали в установленому порядку висновку державної санітарно-гігієнічної експертизи і не дозволені для використання за призначенням;

будь-які сторонні предмети чи домішки;

якщо для їх виготовлення використовується продовольча сировина чи супутні матеріали, що не властиві виду харчового продукту;

коли тара чи пакувальні матеріали виготовлені із матеріалів, що не відповідають вимогам безпеки;

якщо порушено умови зберігання і термін придатності до споживання.

З метою запобігання надходженню в організм людини шкідливих речовин у кількості, що перевищує гігієнічні норми, передбачається контроль за їх вмістом у сировині та виробих з неї. Згідно з медико-біологічними вимогами і санітарни-

ми нормами якості в нормативних документах поряд з відомостями про якість сировини чи виробів мають бути відображені показники безпеки.

Контроль за показниками безпеки сировини і готової продукції здійснюється акредитованими виробничими лабораторіями підприємств або акредитованими Державним комітетом по стандартизації, метрології та сертифікації України лабораторіями інших організацій, незалежно від їх відомчого підпорядкування.

Порядок і періодичність контролю, допустимі рівні вмісту шкідливих речовин у сировині та харчових продуктах надані у таких документах: Закон України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини»; Методичні вказівки «Порядок і періодичність контролю продовольчої сировини і харчових продуктів за показниками безпеки»; Медико-біологічні вимоги і санітарні норми якості продовольчої сировини і харчових продуктів.

Хліб є одним із основних продуктів харчування, тому має бути забезпечена його нешкідливість для організму людини. Небезпечно для людини речовини і мікроорганізми можуть надходити у хліб з сировиною або накопичуватись у ньому при зберіганні (пліснявіння, картопляна хвороба тощо).

Забруднення доквілля важкими металами та іншими токсичними речовинами внаслідок викидів металургійних, гірничодобувних, хімічних підприємств, отрутохімікатами, мінеральними добривами, стічними водами призводить до накопичення їх у рослинах, у тому числі в зерні. Вміст токсичних елементів у продуктах харчування за останні 10–15 років зріс у 2–3 рази.

У процесі виготовлення борошна відбувається перерозподіл токсичних елементів. У борошні вищого сорту їх вміст зменшується у 2–4 рази порівняно із зерном. Максимальний вміст токсичних елементів у висівках. Тому обойне борошно містить цих елементів більше, ніж сортове.

Внаслідок аварії на Чорнобильській АС, роботи ядерних установок і реакторів в останні роки спостерігається забруднення зерна, іншої сировини радіоактивними продуктами, найнебезпечнішими з них є стронцій-90 і цезій-137.

Токсичності зерну, борошну, молоку, хлібові можуть надавати продукти метаболізму пліснявих грибів *Asp. Flavus* (афлотоксини), а також окремі штами *Asp. Penicilium Rhizopus*. Отруйні речовини, що накопичуються пліснявими грибами, називаються мікотоксинами.

У продовольчій сировині та харчових продуктах, що виробляються в Україні, контролюється вміст токсичних елементів, радіонуклідів, нітратів і N-нітрозамінів, мікотоксинів, гормональних препаратів, антибіотиків, пестицидів, шкідливих мікроорганізмів.

Токсичні елементи представлені важкими металами і миш'яком. Серед важких металів велику токсичність і здатність накопичуватись в організмі мають свинець, ртуть і кадмій. Особлива увага за контролем вмісту цих елементів у харчових продуктах має бути приділена в районах з розвинутою важкою промисловістю, а також у продуктах рослинництва в умовах інтенсивного використання мінеральних добрив.

Радіонукліди цезію-137 і стронцію-90 накопичуються в кореневищах рослин і з кормами надходять у молоко.

Нітрати (азот у нітратній і нітритній формах) накопичуються в продуктах овочівництва і воді через забруднення доквілля промисловими і побутовими відходами.

N-нітрозаміни можуть утворюватись під час термічної обробки і зберігання продукції: висушування контактним способом, консервування. Вони забруднюють солод, сухі молочні продукти, фруктові та овочеві порошки.

З *мікотоксинів* найчастіше розповсюджені афлотоксин В₁ (у кукурудзі, рисі, бавовняній олії), мікотоксин М₁ (у молочних продуктах), дезоксиніваленол (у пшениці, кукурудзі та продуктах їх переробки), зеараленон і Т₂-токсин (в яйцях, молочних продуктах, меді), патулін (у фруктових і овочевих соках, пюре, повидлі).

Гормони і антибіотики можуть бути присутні внаслідок застосування їх у ветеринарії. Потрапляючи з продуктами в організм людини, вони можуть викликати алергічні реакції.

Пестициди — речовини хімічного походження, що застосовуються в сільському господарстві. Їх дія шкідлива для здоров'я людини.

Мікробіологічні критерії оцінки безпеки продуктів харчування передбачають визначення таких чотирьох груп мікроорганізмів: *санітарно-показових*, представником їх є бактерії групи кишкової палички; *потенційно-патогенних* (наявність стафілококів, бактерій роду Протея тощо); *патогенних*, у тому числі роду Сальмонела; *дріжджів і пліснявих грибів*, їх вміст служить показником мікробіологічної нестабільності продукту.

Для кожного виду сировини чи виробів визначені показники безпеки, що контролюються. У борошні, хлібобулочних, бубличних і сухарних виробках, рослинній олії передбачено контроль токсичних елементів, мікотоксинів і пестицидів, вибірково — радіонуклідів; у молочних продуктах, тваринних жирах, яйцепродуктах — токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків, гормональних препаратів, пестицидів і мікробіологічних показників. У цукрі контролюється лише вміст токсичних елементів і пестицидів, у солі кухонній — тільки токсичних елементів.

Встановлено шість рівнів періодичності контролю сировини і готової продукції за показниками безпеки: I — один раз на рік, II — через півроку, III — один раз на квартал, IV — один раз на місяць, V — один раз на 10 днів, VI — у кожній партії, якщо партія сировини надходить частіше, ніж один раз на 10 днів.

У хлібобулочних, бубличних і сухарних виробках передбачено III рівень періодичності контролю вмісту важких металів: Pb, Cd, Cu, Zn, Hg, а також миш'яку і пестицидів, тобто один раз на квартал. Забрудненість радіонуклідами контролюють вибірково. З мікотоксинів визначають афлотоксин В₁, зеараленон, дезоксиніваленол — за I рівнем, тобто один раз на рік.

У хлібі, бубличних, сухарних виробках, борошні вміст мікотоксинів не повинен перевищувати: афлотоксину В₁ — 0,05, дезоксиніваленолу — 0,5, зеараленону — 1,0, Т₂-токсину (в борошні) — 0,1 мг/кг.

В яйцях і яйцепродуктах контролюється вміст афлотоксину М₁ і афлотоксину В₁; у молоці та молочних продуктах — лише афлотоксину М₁. Вміст цих забруднювачів у вказаних продуктах не повинен перевищувати 0,005 мг/кг. У молоці вміст афлотоксину В₁ не допускається. Контроль мікробіологічної забрудненості передбачений тільки для зерна і висівків пшеничних. Для сировини тваринного походження контроль цього показника є обов'язковим.

Контроль мікробіологічної забрудненості мезофільними аеробними і факультативно-анаеробними мікроорганізмами, а також плісенню передбачає; визначення кількості колонієутворювальних одиниць в 1 г або 1 см³ продукту (показника КУО).

Встановлена також гранична кількість продукту (г або см³), в якій не допускається наявність бактерій групи кишкової палички і патогенних мікроорганізмів, у тому числі сальмонели.

Вичерпні дані про допустимі рівні вмісту шкідливих речовин у сировині та харчових продуктах можна знайти у вищезазначених документах.

Законом України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини» обумовлені вимоги до маркування харчових продуктів, які передбачають інформацію про: загальну назву харчового продукту, його масу чи об'єм; хімічний склад харчового продукту із зазначенням переліку назв використаних у процесі виготовлення харчових добавок, барвників, інших хімічних речовин чи сполук та їх вміст у %; енергетичну цінність; дату виготовлення; строк придатності до споживання; умови зберігання; позначення нормативного документу для харчових продуктів вітчизняного виробництва; найменування та адресу виробника і місце виготовлення; іншу інформацію, передбачену чинними в Україні нормативними документами.

У маркуванні харчових продуктів забороняється наводити інформацію про їх лікувальні властивості без дозволу Міністерства охорони здоров'я України.

До продовольчої сировини, що використовується для виготовлення спеціальних харчових продуктів, застосовуються підвищені вимоги щодо її якості та безпеки для здоров'я людини, визначені законодавством.

Основними документами, які підтверджують належну якість і безпеку харчових продуктів та продовольчої сировини, є сертифікат відповідності, а також Державний реєстр або висновок державної санітарно-гігієнічної експертизи.

Контрольні питання до розділу 12

1. Якими факторами формується якість хлібобулочних виробів?
2. Як здійснюється на підприємстві проведення контролю технологічного процесу?
3. Які дефекти хліба викликають порушення на різних стадіях технологічного процесу?
4. За якими показниками змінюється якість хлібобулочних виробів?
5. У чому полягає сутність сенсорної оцінки якості виробів, як вона здійснюється?
6. Які категорії стандартів діють у хлібопекарській промисловості України?
7. У чому полягає метрологічне забезпечення якості продукції?
8. Чим обумовлюється безпека хлібобулочних виробів?
9. Якими показниками характеризується безпека сировини і хлібобулочних виробів?

Розділ 13

ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ (КОРИСНІСТЬ) ХЛІБНИХ ВИРОБІВ

При оцінюванні корисності харчових продуктів, у тому числі хлібних виробів, користуються поняттям харчової, біологічної та енергетичної цінності продукту, його функціональних властивостей. Термін «харчова цінність» відображає комплекс корисних якостей продукту, його здатність забезпечувати фізіологічні потреби організму в енергії та основних поживних речовинах, що обумовлюють функціонування організму: білках, вуглеводах, жирах, вітамінах, мінеральних речовинах, їх засвоюваність. Основними факторами, що формують харчову цінність продукту, є його хімічний склад, енергетична, біологічна цінність, фізіологічні, лікувально-профілактичні, органолептичні властивості, засвоюваність, відсутність шкідливих речовин, рис. 13.1.



Рис. 13.1. Фактори, що формують харчову цінність хлібних виробів

Таблиця 13.1. Формула збалансованого харчування

Харчові речовини	Добова потреба	Харчові речовини	Добова потреба
Вода, г	1750–2200	Мінеральні речовини, мг	
у тому числі питна	800–1000	кальцій	800–1000
Білки, г,	80–100	фосфор	1000–1500
у тому числі тваринні	50	натрій	4000–6000
Незамінні амінокислоти, г		калій	2500–5000
триптофан	1	хлориди	5000–7000
лейцин	4–6	магній	300–500
ізолейцин	3–4	залізо	15
валін	3–4	цинк	10–15
треонін	2–3	марганець	5–10
лізін	3–5	хром	0,20–0,25
метіонін	2–4	мідь	2
фенілаланін	2–4	кобальт	0,1–0,2
Замінні амінокислоти, г		молібден	0,5
гістидин	1,5–2	селен	0,5
аргінін	5–6	фториди	0,5–1,0
цистин	2–3	йодиди	0,1–0,2
тирозин	3–4	Вітаміни, мг:	
аланін	3	вітамін С	50–70
сірін	3	тіамін (В1)	1,5–2,0
глутамінова кислота	16	рибофлавін (В2)	2,0–2,5
аспарагінова кислота	6	ніацин (РР)	15–25
пролін	5	пантотенова кислота (В3)	5–10
глікокол	3	вітамін В6	2–3
Вуглеводи, г,	400–500	вітамін В12	0,002–0,005
у тому числі:		біотин	0,15–0,30
крохмаль	400–450	холін	500–1000
моно- і дисахариди	50–100	рутин (Р)	25
Органічні кислоти, г	2	фолацин (В9)	0,2–0,4
Баластні речовини, г	25	вітамін D	0,0025–0,01
Жири, г,	80–100	вітамін А	1,5–2,5
у тому числі:		каротиноїди	3,0–5,0
рослинні	20–25	вітамін Е	10–20
незамінні поліненасичені жирні кислоти	2–6	вітамін К	0,2–3,0
холестерин	0,3–0,06	ліпоева кислота	0,5
фосфоліпіди	5	інозит, г	0,5–1,0
		Енергетична цінність, ккал	2850
		кДж	11900

В аспекті біохімії харчування хімічний склад продукту характеризується вмістом власне харчових речовин — аліментарних (від англійського alimentary — харчовий, поживний) і неаліментарних — не харчових. Аліментарні речовини ділять на макро- і мікронутрієнти.

Макронутрієнти (від латинського «нутриціо» — харчування) служать для організму головним джерелом енергії та пластичних матеріалів, їх вміст у продукті складає більше 1 г. Це білки, вуглеводи, жири.

Мікронутрієнти містяться в продукті в мілі- та макрограмах, вони справляють біологічні ефекти на різні функції організму. Це вітаміни, попередники вітамінів, макро- і мікроелементи. А.А. Покровський відносить до цієї групи також поліненасичені жирні кислоти, незамінні амінокислоти, фосфоліпіди.

Неаліментарні речовини — це нехарчові речовини. До цієї групи відносять ароматизатори, барвники, консерванти, отруйні та інші речовини. Деякі з неаліментарних речовин відіграють значну роль у фізіології харчування. Це харчові волокна, ферменти, субіотики (пробіотики) — харчові добавки мікробного походження, що регулюють мікрофлору кишечника. Природні мікронутрієнти і біологічно активні нехарчові інгредієнти об'єднують терміном «нутрицевтики». З класу мікронутрієнтів виділяють речовини, які чинять виражену фармакологічну дію. Їх називають «парафармацевтиками». До цих речовин відносять ефірні масла, органічні кислоти, біофлавоноїди, глікозиди та інші речовини. Кожна група речовин, що формують хімічний склад продукту, відіграє певну роль у біохімічних процесах харчування, надає продукту певної харчової цінності.

Харчову цінність продукту можна визначити методом інтегрального скору. Для цього розраховують процент відповідності вмісту кожного з найбільш важливих компонентів продукту та його енергетичної цінності формулі збалансованого харчування, що вказує на добову потребу організму людини в харчових речовинах, табл. 13.1. Цей розрахунок рекомендується проводити на певну масу продукту, наприклад 100 г. Розрахувавши інтегральний скор, можна зробити висновок про здатність продукту задовольнити потреби людського організму в харчових речовинах, встановити переваги і недоліки продуктів харчування за складом. Це особливо важливо при розробці нових виробів, зокрема хлібобулочних, для оздоровчого, дієтичного, дитячого харчування або спеціального призначення. Харчова цінність продукту тим вища, чим у більшій мірі його хімічний склад відповідає формулі збалансованого харчування.

Біологічну цінність продукту визначає вміст у ньому пластичних і каталітичних речовин, що забезпечують в організмі фізіологічну адекватність обміну речовин, тобто біологічна цінність характеризується збалансованістю за незамінними факторами харчування — амінокислотним, жирнокислотним, вітамінним, макро- і мікроелементним складом.

До групи незамінних належать речовини, які не утворюються в організмі людини, а постачаються з харчовими продуктами. Ці речовини називають есенціальними. До них належать незамінні амінокислоти, поліненасичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова, арахідонова), вітаміни, мінеральні речовини.

Біологічну цінність продукту здебільшого характеризують показником якості білків, що відображає сутність відповідності його складу за незамінними амінокислотами потребам організму в цих амінокислотах для синтезу білка.

При визначенні біологічної цінності білків порівнюють амінокислотний склад досліджуваного білка із складом ідеального. За ідеальний білок прийнято такий, який повністю задовольняє потреби організму в незамінних амінокислотах. В 1 г

ідеального білка міститься, мг: ізолейцину — 40, лейцину — 70, сірковмісних сполук (метіонін + цистин) — 35, ароматичних сполук (фенілаланін + тирозин) — 60, триптофану — 10, треоніну — 40, валіну — 50, лізину — 55.

Характеризують біологічну цінність білків за амінокислотним скором. Обчислюють процентний вміст кожної амінокислоти (АК) білка, що аналізується, по відношенню до вмісту кожної з цих амінокислот в такій же кількості ідеального білка. Це відношення і називають амінокислотним скором (АК_{скор}). Виражають його у процентах.

Розрахунок роблять за формулою:

$$AK_{\text{скор}} = \frac{GAK_d}{GAK_{\text{ид}}} \cdot 100,$$

де GAK_d — вміст певної АК у досліджуваному білку, мг/г; $GAK_{\text{ид}}$ — вміст цієї АК в ідеальному білку, мг/г.

Всі амінокислоти, скор яких становить менше 100 %, вважаються лімітуючими, а амінокислота з найменшим скором є головною лімітуючою амінокислотою. Вона в першому наближенні показує ймовірну ефективність утилізації досліджуваного білка. Вважається, що оптимальним у білках продукту має бути співвідношення незамінних амінокислот — лізин:метіонін:триптофан як 5,5:3,5:1,0.

Для задоволення потреб організму в амінокислотах вважається за доцільне використовувати комбінації харчових продуктів за принципом взаємного доповнення лімітуючими амінокислотами.

Показники біологічної цінності білків можуть змінюватись у процесі виробництва і зберігання. Головною причиною зміни амінокислотного складу білків є теплова обробка при високих температурах. Так, під час цієї операції лізин, аргінін, гістидин легко вступають у реакцію меланоїдиноутворення. Продукти цієї реакції не засвоюються.

Термін «енергетична цінність» відображає кількість енергії, що виділяється з харчових речовин продукту в результаті їх біологічного окислення в організмі людини. Енергетичну цінність продукту виражають у кілокалоріях або кілоджоулях. При розрахунку теоретичної калорійності продукту (брутто-калорійності) керуються його хімічним складом і коефіцієнтами енергетичної цінності основних складових, у ккал/г або кДж/г. Встановлено, що при окисленні 1 г білків виділяється 4 ккал (16,7 кДж), вуглеводів — 3,75 ккал (15,7 кДж), жирів — 9 ккал (37,7 кДж).

При визначенні фізіологічної калорійності (нетто-калорійності) продукту необхідно враховувати засвоюваність його основних складових. Для орієнтовних розрахунків використовують такі коефіцієнти засвоюваності, %: білки, залежно від природи, — 85-95; жири — 94; вуглеводи (сума засвоюваних і не засвоюваних) — 95,6, сахароза — 100.

Потреба організму в харчових речовинах коливається в певних межах і залежить від віку, статі, фізіологічного стану організму, індивідуальних властивостей, характеру праці, кліматичних та інших умов.

При повноцінному харчуванні у добовому раціоні співвідношення білків, жирів, вуглеводів має бути 1:1:4.

Фізіологічні властивості продукту обумовлюються наявністю в ньому інгредієнтів, які покращують функціональні процеси в організмі людини, зміцнюють імунну систему, надають виробам лікувально-профілактичних властивостей. До таких інгредієнтів відносять харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, антиоксиданти, мікроелементи та інші біологічно активні речовини.

Як уже відзначалось у розділі 1, у раціоні харчування людини хліб є значним джерелом енергії, білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон.

Харчова цінність хліба визначається його доброякісністю (нешкідливістю), вмістом поживних і біологічно активних речовин; їх співвідношенням, органолептичними та фізико-хімічними показниками якості, функціональними властивостями.

Нешкідливість хліба характеризує безпечність його споживання для життя і здоров'я людини й обумовлюється відсутністю в ньому токсичних елементів, радіонуклідів, пестицидів, токсинів, що виділяються плісневими грибами, та іншою шкідливою мікрофлорою, сторонніх домішок, не притаманних хлібу присмаків і запахів. Кількісний і якісний вміст їх у хлібі визначається вимогами гігієнічних нормативів.

На засвоюваність хлібних виробів впливають такі показники їх якості, як смак, аромат, розпушеність м'якушки, зовнішній вигляд, які збуджують або пригнічують діяльність травного апарату.

Харчова цінність хліба залежить від виду і сорту борошна, з якого виготовлений хліб, рецептурних добавок і вологості виробів.

13.1. Енергетична цінність хлібних виробів

Енергетична цінність хлібних виробів залежить від їх хімічного складу — вологості, вмісту білків, жирів, вуглеводів і ступеню засвоєння організмом цих складових. Чим менша вологість хліба і чим більше в його рецептурі міститься жиру і цукру, тим вища калорійність виробів. Так, при прийнятій добовій енергетичній потребі середньостатистичної людини 2850 ккал, вживаючи 300 г хліба з пшеничного борошна першого сорту, вона отримує 678 ккал або 24 % добового раціону, а при вживанні 300 г вершкових сухарів із борошна вищого сорту — 1191 ккал або 43 % добової потреби в енергії.

Вироби з обойних сортів борошна мають нижчу енергетичну цінність, ніж із сортового, внаслідок більшої вологості і вищого вмісту не засвоюваних вуглеводів — харчових волокон. Так, калорійність 300 г хліба формового з пшеничного обойного борошна становить 609 ккал і покриває 22 % загальної калорійності добового раціону. В силу тих же причин енергетична цінність житнього хліба нижча, ніж пшеничного.

Хімічний склад і енергетична цінність окремих видів хліба і хлібних виробів наведена в табл. 13.2.

Таблиця 13.2. Хімічний склад і енергетична цінність хлібних виробів (100 г)

Назва хлібних виробів	Сорт борошна	Вміст, г								Енергетична цінність		
		води	білків	жирів	засвоюваних вуглеводів	клітковини	золи	вітамінів, мг%			ккал	кДж
								B1	B2	PP		
Хліб житній формовий	Обойне	47,5	6,5	1,0	40,1	1,1	2,5	0,18	0,11	0,67	190	795
Хліб житній формовий	Обдирне	45,8	5,6	1,1	43,3	0,8	2,3	0,11	0,08	0,64	199	833
Хліб пшеничний формовий	Обойне	44,3	8,1	1,2	42,0	1,2	2,5	0,21	0,12	2,81	203	849
Хліб пшеничний формовий	Другий	41,2	8,1	1,2	46,6	0,4	2,0	0,23	0,10	1,92	220	920
Хліб пшеничний формовий	Перший	39,5	7,6	0,9	49,7	0,2	1,8	0,16	0,08	1,54	226	946
Батони нарізні	Перший	36,3	7,4	2,9	51,4	0,2	1,5	0,15	0,08	1,51	250	1046
Здоба звичайна	Перший	29,0	7,6	5,0	56,4	0,2	1,5	0,18	0,09	1,59	288	1205
Сушки звичайні	Перший	12,0	11,0	1,3	73,0	0,2	2,3	0,23	0,12	2,22	330	1381
Сухарі вершкові	Вищий	8,0	8,5	10,6	71,3	0,1	1,2	0,12	0,08	1,07	397	1661

Фізіологічна калорійність (нетто-калорійність) хліба, як й інших продуктів, обумовлюється його засвоюваністю організмом. Відомо, що клітковина і геміцелюлози при спалюванні в калориметричній колбі утворюють певну кількість калорій, але в організмі людини не засвоюються. Білки також засвоюються не повністю — мало доступними для засвоєння є білки алейронового шару зерна. Тому вуглеводи і білки з сортового борошна засвоюються краще, ніж з обойного.

Коефіцієнти засвоюваності власне складових хлібних виробів, залежно від сорту борошна, наведені в табл. 13.3.

Таблиця 13.3. Коефіцієнти засвоюваності основних поживних речовин, що містяться в хлібі

Хлібобулочні вироби	Коефіцієнт засвоюваності		
	білків	жирів	вуглеводів
3 борошна пшеничного			
II сорту	0,75	0,92	0,95
I сорту	0,85	0,93	0,96
вищого сорту	0,87	0,95	0,98
3 борошна житнього			
обдирного	0,75	0,92	0,95
сіяного	0,80	0,93	0,96

Як свідчать дані, наведені у таблиці, засвоюваність білків, жирів і вуглеводів хліба залежить від виду і сорту борошна. Це пов'язано з кращою доступністю складових ендосперму, ніж периферійних шарів, дії ферментів шлунку. Складові хліба з пшеничного борошна засвоюється краще, ніж складові хліба, виготовленого з житнього борошна такого ж виходу.

Коефіцієнт засвоюваності цукру і жиру, внесених в хліб за рецептурою, складає відповідно 100 і 94 %.

З урахуванням коефіцієнтів засвоюваності можна розрахувати фізіологічну калорійність виробів. Найвищу калорійність мають здобні вироби і сухарі з пшеничного борошна вищого сорту, що містять велику кількість жиру і цукру.

13.2. Білкова цінність хлібних виробів

Білки в організмі людини є головною складовою клітин всіх органів і тканин, вони виконують пластичну, каталітичну, гормональну, транспортну та інші функції. Організм людини не має резервів білка. Єдиним постачальником їх є білки харчових продуктів, тому вони належать до незамінних компонентів їжі.

Добова потреба організму людини у білках складає 1–1,5 г на 1 кг маси тіла на добу, тобто 70–100 г, у тому числі в рослинних білках — 50 г. У раціоні дорослої людини незамінні амінокислоти мають становити 13–14 г на добу, а школяра — 35 г.

Рослинні та тваринні білки мають різну біологічну цінність, що пов'язано зі збалансованістю їх за амінокислотним складом. Рослинні білки, на відміну від тваринних, характеризуються низьким вмістом лізину, лейцину, треоніну, метіоніну, триптофану і високим вмістом глутамінової кислоти.

Загальний вміст білків у продукті розраховують множенням вмісту загально-го азоту на коефіцієнт 5,7 — для пшениці, жита, вівса, ячменю і продуктів з них, або на 6,38 — для молочних продуктів. Білкові речовини у хлібі складають від 5 до 9 %, залежно від сорту борошна, з якого він виготовлений. У житньому хлібі білків міститься менше, ніж у пшеничному. При вживанні 300 г хліба забезпечується від 16 до 27 % загальної добової потреби організму в білках. При цьому потреба в рослинних білках покривається на 45–50 %. Співвідношення білків і вуглеводів у хлібі становить від 1:6 до 1:7 (оптимальне від 1:4 до 1:5).

Біологічна цінність білків хлібних виробів за амінокислотним скором, не досить висока, табл. 13.4. Так, амінокислотний скор білків батонів з пшеничного

борошна I сорту за лізином становить лише 41%. У білках хліба з пшеничного борошна II сорту амінокислотний скор за цією амінокислотою дещо кращий, але все ж не оптимальний — 50 %.

Таблиця 13.4. Вміст незамінних амінокислот в білках хліба

Амінокислоти	Хліб з борошна				Батони нарізані з пшеничного борошна I сорту		Хліб із суміші борошна обдирного і пшеничного II сорту (60:40)	
	житнього обдирного		пшеничного II сорту		вміст, %	скор, %	вміст, %	скор, %
	вміст, %	скор, %	вміст, %	скор, %				
Валін	5,40	108	5,54	111	5,24	105	5,37	107
Ізолейцин + лейцин	10,49	95	10,68	97	10,29	93	10,56	96
Лізин	3,72	68	2,77	50	2,26	41	3,50	63
Метіонін + цистин	2,55	73	1,88	54	1,89	54	2,34	67
Триптофан	0,45	45	0,58	58	0,54	54	0,51	51
Треонін	3,38	84	3,04	76	2,52	63	3,23	81
Фенілаланін + тирозин	6,53	109	7,33	122	8,94	149	6,89	115

Білки хліба з житнього обдирного борошна і суміші його з пшеничним вигідно відрізняються від білків хліба з пшеничного борошна за вмістом лізину, метіоніну, треоніну, але містять менше триптофану. Якщо головною лімітуючою амінокислотою в білках хліба з пшеничного борошна є лізин, то з житнього обдирного борошна і суміші його з пшеничним — триптофан. Для підвищення біологічної цінності хлібних виробів необхідно збагачувати їх білками, багатими на лізин, метіонін, триптофан.

13.3. Вуглеводи хлібних виробів як джерело енергії та харчових волокон

Вуглеводи є основною частиною раціону харчування людини. Добова потреба організму у вуглеводах становить 400–500 г, у тому числі моно- і дисахаридів 50–100 г. За рахунок вуглеводів забезпечується біля 60 % добової потреби в енергії. Вони є обов'язковою структурною частиною клітин, тобто — пластичним матеріалом.

За харчовою цінністю вуглеводи діляться на такі, що засвоюються організмом, і такі, що не засвоюються. До перших належать моно- і дисахариди, а також α -глюканові полісахариди — крохмаль, декстрини, глікоген. Вуглеводи, що засвоюються в організмі людини, шляхом гідролітичного розпаду перетворюються в глюкозу, яка всмоктується в кров. Вуглеводи, що не засвоюються організмом, не розщеплюються ферментами травної системи — це харчові волокна. Харчові волокна — це суміш полісахаридів рослинних клітин: целюлози, геміцелюлози, пектинових речовин, лігніну. Вмісту їх у продуктах харчування надається великого значення.

Харчові волокна регулюють функцію кишечника, пригнічують розвиток гнільних бактерій шлунку, сприяють травленню, захищають організм від впливу токсичних речовин і радіонуклідів.

Оптимальний вміст харчових волокон у добовому раціоні людини має бути 25 г (за А.А.Покровським), за іншими даними — 40–70 г.

При надлишку вуглеводів в організмі накопичується жир. Тому зараз у багатьох країнах світу ведуться роботи із зниження калорійності продуктів, збільшення в них вмісту незасвоєваних вуглеводів, зокрема клітковини. Обмаль вуглеводів в їжі приводить до витрат білку на енергію, що неефективно.

Вуглеводи є основною складовою хліба. Вони становлять біля 80% сухих речовин виробів. Вуглеводи хлібних виробів для організму людини є постачальником енергії та джерелом харчових волокон. При споживанні 300 г хліба із українського нового організм людини одержує 618 ккал, тобто біля 22% добової потреби, в тому числі за рахунок вуглеводів 502 ккал, або біля 18%.

Головна частина вуглеводів, що засвоюються організмом, у хлібі представлена крохмалем, вміст якого в деяких виробих досягає 70–75% загальної кількості. Крохмаль хліба знаходиться у клейстеризованому стані. Це покращує його ферментативний розклад у шлунку і кишечнику та сприяє хорошему засвоєнню.

Прості цукри, що містяться у хлібі, без змін всмоктуються в кишечнику, дисахариди розщеплюються до простих цукрів і також повністю засвоюються. Вуглеводи хліба беруть участь у формуванні його смакових якостей і надають хлібним виробам приємної солодкуватості.

При вживанні булочних і здобних виробів доля засвоєваних вуглеводів збільшується за рахунок цукру, що входить до рецептури.

Харчові волокна в хлібі представлені високомолекулярними вуглеводами (клітковина, целюлоза, геміцелюлоза, лігнін), які потрапляють у нього з оболонки і зовнішніх шарів зерна. Тому в хлібі з борошна високих виходів їх більше. Вміст харчових волокон у хлібі становить 0,1–2,0%, залежно від сорту борошна, з якого він виготовлений. У пшеничних висівках міститься 2,4% харчових волокон.

300 г хліба з обоїних сортів борошна, а також обдирного і другого сорту забезпечує потребу людини у харчових волокнах від 5 до 15%. Вони покращують перистальтику кишечника, сприяють виділенню жовчних кислот і зниженню рівня холестерину в крові. Загальне засвоєння вуглеводів хліба при змішаному харчуванні складає 90–92%.

13.4. Жири хлібних виробів

Жири харчових продуктів є ефективним джерелом енергії, їх складові служать будівельним матеріалом для біосинтезу ліпідних структур в організмі, входять до складу мембран клітин. Середньодобова потреба людини в жирах становить 80–100 г. З цієї кількості 20–25 г мають бути рослинними. Рослинні жири, на відміну від тваринних, містять значну кількість поліненасичених жирних кислот (лінолева, ліноленова, арахідонова), які належать до незамінних факторів харчування.

Насичені жирні кислоти використовуються організмом в основному як джерело енергії. Поліненасичені — беруть участь у регулюванні багатьох процесів в організмі: обміні речовин, синтезі гормоноподібних сполук, наданні еластичності судинам тощо. Вони стимулюють захисні функції організму, підвищують його опір інфекційним захворюванням і радіації. Їх добова потреба складає 3–6 г. Вважається, що для людей похилого віку, хворих на серцево-судинні захворювання співвідношення поліненасичених і насичених жирних кислот в ідеальному жирі має бути 2:1.

У процесі харчування жири і вуглеводи частково замінюють один одного.

Жири у простому за рецептурою хлібі з обоїних сортів борошна складають невелику частину, всього біля 1–1,3%. Ще менше їх міститься у виробих з сортового борошна. Жири хліба представлені в основному ненасиченими жирними кислотами, фосфоліпідами, які відносять до біологічно активних сполук. Їх вміст у загальній кількості кислот складає приблизно 75%.

Найбільшу функціональну ефективність мають омега-3-жирні кислоти, до яких належить і лінолева — жирна кислота, що міститься у хлібі. Ці жирні кислоти беруть участь у широкому спектрі фізіологічних процесів в організмі. За останніми даними, добова потреба в лінолевій кислоті має бути 6–10 г, а мінімальна — 2–6 г.

У раціоні харчування хліб є одним із основних джерел забезпечення організму цими складовими. За рахунок хлібних виробів потреба організму в ненасичених жирних кислотах забезпечується на 30–40%.

Здобні та булочні вироби, до рецептури яких входять жири, мають значно вищу енергетичну цінність, ніж вироби, в рецептурі яких не передбачені жири, але вміст поліненасичених жирних кислот у виробих, що містять маргарин, масло вершкове, невисокий. Це пояснюється тим, що рослинні олії: соняшникова, кукурудзяна, соєва, гірчична — містять 51–60% поліненасичених жирних кислот, а маргарин — 26%, масло вершкове — лише біля 1,0%.

13.5. Органічні кислоти хлібних виробів

Органічні кислоти хліба є біологічно активними речовинами. Вони беруть участь в окисно-відновних процесах, покращують роботу травного тракту, знижують рН середовища, чим сприяють покращанню складу його мікрофлори, зменшують гниття. Основні органічні кислоти хліба є джерелом енергії: молочна кислота дає 3,6, яблучна — 2,4, лимонна — 2,5 ккал/г. Органічні кислоти частково надходять у хліб з борошном, дріжджами, іншою сировиною. Окрім цього, у процесі бродіння тіста в ньому утворюються молочна, оцтова, янтарна, яблучна, лимонна і в невеликій кількості інші (пропіонова, піровиноградна) кислоти.

Добова потреба організму в органічних кислотах складає 2 г. У 100 г житньо-пшеничного хліба міститься 0,32 г органічних кислот, а в 100 г батонів нарізних — 0,24 г. Це свідчить про те, що 300 г українського хліба забезпечує добову потребу в органічних кислотах на 48%, а 300 г батонів нарізних — на 32%. Тобто хлібні вироби є суттєвим джерелом органічних кислот у денному раціоні людини.

13.6. Вітамінна цінність хлібних виробів

Вітаміни — це високоактивні сполуки, що не синтезуються в організмі, а якщо й синтезуються, то в недостатній кількості і тому повинні надходити з продуктами харчування. Вітаміни належать до незамінних факторів харчування, вони не є джерелом енергії.

В організмі людини вітаміни виконують роль каталізаторів біохімічних процесів, беруть участь у регулюванні обміну речовин, підсилюють опір організму

шкідливим факторам. Нині вивчено близько 20 сполук, які віднесено до вітамінів. Середня добова потреба дорослої людини у вітамінах наведена в табл. 13.1. Обмежене надходження того чи іншого вітаміну з продуктами харчування призводить до його дефіциту в організмі.

На думку дієтологів, харчовий продукт вважається джерелом вітамінів, якщо він у спожитій за добу кількості покриває не менше 10 % добової потреби у вітамінах. Вітаміни у хліб надходять з борошном, дріжджами та іншими складовими рецептури. Оскільки в зерні найбільша частина вітамінів міститься в алейроновому шарі та зародку, у сортовому борошні й виробих з нього їх вміст значно менший, ніж у виробих з борошна високих виходів (табл. 13.5).

Таблиця 13.5. Вміст вітамінів у хлібі з різних сортів борошна, мг/100 г

Продукт	Вітамін Е	Тіамін В ₁	Рибофлавін В ₂	Пантотенова кислота	Піридоксин В ₆	Ніацин РР
Хліб житній з обойного борошна	2,20	0,18	0,11	0,60	0,17	0,67
Хліб пшеничний з обойного борошна	3,20	0,23	0,09	0,46	0,29	3,40
Хліб пшеничний з борошна II сорту	3,00	0,23	0,11	0,46	0,29	3,10
Хліб пшеничний з борошна I сорту	1,96	0,16	0,05	0,29	0,13	1,54
<i>Покриття добової потреби</i>						
<i>при вживанні 300 г виробів, %:</i>						
хліба житнього з обойного борошна	44	30	14	24	20	10
хліба пшеничного з обойного борошна	64	40	12	18	35	51
хліба пшеничного з борошна II сорту	60	40	14	18	35	46
хліба пшеничного з борошна I сорту	39	27	7	11	15	23
хліба пшеничного з борошна вищого сорту	34	19	4	7	12	14

У процесі випікання хліба вітаміни втрачають у середньому 15–30 % своєї активності. Хліб з обойних сортів борошна багатий на вітамін Е і покриває значну частину потреби людини в таких вітамінах, як В₁, В₆, РР, в меншій мірі — у вітамінах В₂ і В₃. Так, при добовому вживанні 300 г хліба з борошна I сорту потреба у рибофлавіні (В₂) забезпечується лише на 4 %, а в пантотеновій кислоті (В₃) — на 7 %. Вітамінів А, С і D взагалі немає в зернових продуктах і виробих з них. У зернових міститься незначна кількість каротиноїдів, які в організмі людини перетворюються у вітамін А.

Для того, щоб хліб, особливо з сортового борошна, був достатнім джерелом вітамінів, необхідно збагачувати його тіаміном, рибофлавіном, ніацином. У високорозвинених країнах світу з цією метою борошномельні підприємства виробляють борошно, збагачене вітамінами В₁, В₂, РР та іншими.

13.7. Мінеральна цінність хлібних виробів

Мінеральні речовини виконують ряд важливих функцій в організмі. Кальцій, магній і фосфор забезпечують побудову опірних тканин скелету; натрій і калій підтримують необхідне осмотичне середовище клітин і крові; хлор бере участь в утворенні травних соків; йод, цинк, мідь — у виробленні організмом гормонів; залізо і мідь служать переносниками кисню в організмі; кобальт стимулює роботу вітамінів і ферментів.

Для нормального обміну речовин співвідношення калію і натрію у харчовому раціоні має бути 1:2.

Засвоюваність кальцію залежить від співвідношення у добовому раціоні йо-

го вмісту з вмістом фосфору, жирів, фітину, шавлевої кислоти. Найкращим для засвоєння кальцію і фосфору є їх співвідношення 1:(1,5–2,0). Збільшення вмісту в їжі білків і лактози покращує засвоєння кальцію.

В останні роки в харчовому раціоні спостерігається зменшення таких есенціальних компонентів їжі, як мікроелементи (залізо, мідь, йод, цинк, кобальт, марганець, селен та інші).

Забезпечення організму життєво необхідними мінеральними речовинами є важливою умовою раціонального харчування.

Мінеральний склад хлібних виробів залежить від виду і сорту борошна. Чим нижчий сорт борошна, з якого виготовлений хліб, тим більший у ньому вміст мінеральних речовин (табл. 13.6). Хліб багатий на фосфор, магній, сірку, залізо, марганець. У ньому в недостатній кількості містяться кальцій, калій, хром, йод, кобальт, селен. Особливо це спостерігається у виробих з пшеничного сортового борошна.

Таблиця 13.6. Вміст мінеральних речовин у 100 г виробів

Показники	Хліб					
	житній з обойного борошна формовий	пшеничний з борошна обойного формовий	пшеничний з борошна II сорту подовий	пшеничний з борошна I сорту формовий	пшеничний з борошна вищого сорту формовий	батони нарізані з борошна пшеничного I сорту
Зола, %	2,55	2,45	1,76	1,80	1,66	1,60
Макроелементи, мг						
калій	245	203	185	129	93	131
кальцій	35	33	28	23	20	22
магній	47	62	54	33	14	33
натрій	610	587	374	506	499	429
фосфор	158	218	135	84	65	85
сірка	52	67	69	59	54	58
хлор	980	960	639	837	824	713
Мікроелементи, мкг						
залізо	3900	4200	3600	1860	1120	1980
кобальт	—	2,8	2,5	1,9	1,4	2,0
марганець	1610	1613	1088	825	450	837
молібден	8	16,0	16,0	12,8	10,6	13,6
мідь	220	265	215	134	80	135
цинк	1210	1310	1353	735	526	744

З точки зору дієтологів, серед мінеральних компонентів хліба найбільше значення мають кальцій, фосфор, залізо, магній та йод. Співвідношення цих мінеральних речовин у хлібі несприятливе для засвоєння їх організмом. Так, співвідношення кальцію і фосфору в хлібі з пшеничного обойного борошна 1:6, з житнього обойного — 1:8, у батонах з пшеничного борошна I сорту — 1:5, тоді як оптимальне співвідношення цих елементів має бути 1:(1,5–2,0). Співвідношення Са і Mg у хлібі складає 1:(2–2,5), тоді як оптимальним є 1:(0,5–0,75).

У таблиці 13.7 наведені дані, що характеризують покриття добової потреби людини в кальції, фосфорі, магнії та залізі. Аналізуючи їх, можна зробити висновок, що хліб з будь-якого сорту борошна покриває дуже незначну частину потреби людини у кальції, але є достатньо багатим джерелом для поповнення раціону харчування фосфором і залізом. Численними дослідженнями встановлено, що надлишок фосфору (в злакових він міститься у вигляді інозиталгексафосфорної кислоти — фітину) знижує засвоєння організмом не лише кальцію, але й магнію. Фітин міститься у зовнішньому шарі зерна, тому в хлібі з борошна вищого сорту

Таблиця 13.7. Покриття добової потреби людини в основних мінеральних речовинах при споживанні 300 г хліба

Хліб	Покриття (в %) потреби в			
	кальцій	фосфори	магнії	залізі
Формовий з житнього обойного борошна	11,6	37,9	35,2	78,0
Формовий з пшеничного обойного борошна	11,0	52,3	46,5	84,0
Формовий з пшеничного борошна II сорту	9,3	32,4	40,5	72,0
Формовий з пшеничного борошна I сорту	7,7	20,2	24,7	37,2
Формовий з пшеничного борошна вищого сорту	6,7	15,6	16,8	22,4

його практично немає. У хлібі з пшеничного борошна фітину дуже мало завдяки високій активності фітази, яка розщеплює фітин. Науково обґрунтованим методом збагачення хліба кальцієм є введення в його рецептуру молочних продуктів.

Залізо в складі їжі знаходиться у вигляді гідроксикомплексу, безпосередньо зв'язаного з молекулами білка, органічних кислот або амінокислот. Дієтологами встановлено, що залізо зернових продуктів погано засвоюється. З фітинами і фосфатами воно утворює нерозчинні солі. Збагатити хліб легкозасвоюваним залізом можна лише шляхом додавання його солей.

Великого значення надається йоду. Цей мікроелемент бере участь в утворенні гормону тироксину. Коли в організмі обмаль йоду, розвивається захворювання щитовидної залози.

Добова потреба в йоді становить 100–150 мкг на добу. В зернових і хлібі кількість йоду залежить від вмісту його в ґрунті. За даними І.М.Скурихіна, М.Н.Волгарева, вміст йоду в батонах нарізних з борошна I сорту складає лише 3,6 мкг, а в хлібі з борошна II сорту — 5,6 мкг на 100 г виробів. Тобто є необхідність збагачувати хліб йодом.

З цією метою використовують йодвміщуючу сировину — йодовану сіль, морські водорості, йодказеїн або інші йодмісткі сполуки.

Обойні сорти хліба є також постачальниками організмові невеликої кількості мікроелементу селену. Останнім часом цьому мікроелементові надають великого значення. Він підвищує стійкість клітинних структур до ушкоджуючих факторів і є необхідним коферментом йодпероксидази — основного ферменту синтезу гормонів щитовидної залози, сприяє засвоєнню організмом йоду.

Добова потреба організму в селені становить 0,5 мг. У зернових вміст селену коливається в межах 0,04–21 мг/кг, залежно від складу ґрунту, на якому вони вирощуються. Овочі та фрукти набагато бідніші на цей елемент, ніж зернові.

Таким чином, підвищення мінеральної цінності хліба є на цей час актуальною проблемою.

13.8. Смак і аромат хліба

Засвоюваність хліба в значній мірі залежить від його органолептичних показників якості: зовнішнього вигляду, смаку та аромату. Хліб, що має гарний зовнішній вигляд, зарум'янену, ніжну скоринку, приємний аромат, збуджує апетит і краще засвоюється. Смак і аромат хліба залежать від складу рецептури, технологічного режиму приготування тіста і випічки тістових заготовок.

Складові якості, такі як солодкість, визначаються вмістом цукру, патоки, інших добавок, що мають солодкий смак, або особливостями технології виго-

товлення виробів — застосуванням заварки, солодових екстрактів, ферментних препаратів. Солодкуватий смак має також хліб з борошна, виготовленого з прослого зерна. На смакові якості хліба суттєво впливає сіль, що входить до рецептури всіх (окрім безсолєвих) виробів. Недовнесення солі значно погіршує їх смакові якості.

Хліб як з житнього, так і пшеничного борошна, має в більшій чи меншій мірі виражений кислуватий присмак, який обумовлюється в основному вмістом і співвідношенням молочної та оцтової кислот. Чим більший вміст оцтової кислоти в загальній кількості кислот, тим виразніше відчувається кислий смак. Інші кислоти, що присутні в хлібі поряд з молочною і оцтовою, також впливають на його смакові якості, вони надають певного відтінку кислому присмаку.

Наявність у хлібі гіркої присмаку може бути в разі виготовлення його із зіпсованого борошна або використання неякісних жирів тощо. Гіркий присмак скоринки хліба з'являється у підгорілій скоринці внаслідок утворення сполук з гірким присмаком при карамелізації цукрів і реакції меланоїдиноутворення при надмірно високій температурі випікання.

Оскільки хліб і хлібні вироби виготовляються за різною рецептурою та при різних технологічних режимах, вважається що вони повинні мати смак, притаманний даному виду виробів, без ознак гіркості й стороннього присмаку.

Аромат хліба визначають продукти, що утворюються при бродінні тіста, але вважається, що вирішальну роль у формуванні ароматичного комплексу хліба відіграють реакції окисно-відновної взаємодії відновних цукрів, інших карбонільних сполук з амінокислотами і білками, що відбуваються в процесі випікання.

На цей час відомо біля 300 сполук, що визначають аромат хліба. Це спирти, кислоти, ефіри, альдегіди, кетони, гетероциклічні вуглеводні, феноли, аміни та інші сполуки. Серед них частка карбонільних сполук (альдегіди і кетони) складає біля 1/3 загальної кількості. Деякі з ароматичних сполук містяться в мізерній кількості, але впливають на створення відтінку аромату.

У процесі бродіння тіста, вистоювання тістових заготовок утворюються такі важливі компоненти ароматичного комплексу хліба, як кислоти, спирти, ефіри і деякі продукти їх взаємодії (оцтовий, ізомасляний альдегіди) та інші сполуки. На їх кількість впливає ступінь вибродженості тіста, тому при прискорених способах приготування тіста хліб має слабо виражений аромат. Накопичення ароматичних сполук у тісті залежить від способу його приготування. Виразніший аромат мають пшеничні вироби, виготовлені опарним способом, житні вироби, виготовлені на густих заквасках.

Під час випікання хліба на першому його етапі частина летких сполук звірюється, тому вирішальна роль в ароматичному комплексі хліба належить сполукам, що утворюються на останніх етапах випікання. Це фурфурол, оксиметилфурфурол, ізовалеріановий альдегід, метилглуксаль та інші. Чим краще пропечений хліб, тим яскравіше виражений його аромат.

При зберіганні хліба вміст карбонільних сполук зменшується як у скоринці, так і в м'якушці, тому черствий хліб є мало апетитним.

Контрольні питання до розділу 13

1. Якими показниками характеризується харчова цінність хлібобулочних виробів ?
2. Як визначається біологічна цінність хліба ?

3. Охарактеризуйте енергетичну цінність різних груп хлібобулочних виробів.
4. Охарактеризуйте роль вуглеводів хліба в харчуванні людини.
5. Яку роль відіграють жири і органічні кислоти хліба в харчуванні людини?
6. Охарактеризуйте вітамінну і мінеральну цінність хлібобулочних виробів.
7. Охарактеризуйте роль органолептичних показників якості в засвоєнні хлібобулочних виробів організмом людини.

Розділ 14

ХАРЧОВІ ДОБАВКИ ТА ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНА РОЛЬ У ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Згідно з Законом України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини», «Харчова добавка — природна чи синтетична речовина, яка спеціально вводиться у харчовий продукт для надання йому бажаних властивостей».

До харчових добавок відносяться речовини, а також їх суміші, які самі по собі не споживаються в якості харчового продукту, а направлено вносяться в харчовий продукт для виконання певних функцій: покращання його структури, смаку, аромату, подовження терміну зберігання тощо. До харчових добавок не відносять речовини, які додають з метою підвищення харчової цінності продуктів харчування, наприклад, вітаміни, макро- і мікроелементи, амінокислоти.

При використанні харчових добавок повинна бути забезпечена відсутність токсичної, канцерогенної, мутагенної, алергенної чи іншої несприятливої для організму людини дії харчових продуктів при їх споживанні у загальноприйнятих кількостях.

На цей час у різних країнах світу у виробництві харчових продуктів застосовують більше 500 різних добавок, без врахування ароматизаторів і комбінованих добавок.

Існує система цифрової кодифікації харчових добавок, яка включена в кодекс ВОЗ-ФАО (ВОЗ — Всесвітня організація охорони здоров'я, ФАО — Всесвітня продовольча і сільськогосподарська організація ООН).

Кожній харчовій добавці присвоєний три- або чотиризначний номер з літерою E, який застосовується в сполученні з назвою класів, що відображають групування харчових добавок за технологічними функціями. Наприклад, E450 — і далі — емульгатори; E500 — і далі — регулятори кислотності.

Всі харчові добавки поділені на 23 класи: кислоти, регулятори кислотності, речовини, що запобігають злежуванню, грудкуванню, антиокисники, наповнювачі, барвники, консерванти, загусники, желюючі речовини, стабілізатори, емульгатори, підсилювачі смаку та аромату, розрихлювачі, підсолонювачі тощо.

У хлібопекарському виробництві харчові добавки здебільшого використовують з метою покращання якості продукції при переробленні борошна з низькими хлібопекарськими властивостями, інтенсифікації технологічного процесу, для покращання структурно-механічних властивостей тіста, об'єму хліба, структури м'якушки, смаку, аромату, подовження терміну зберігання виробів. Залежно від функціонального призначення і принципу дії харчові добавки, що застосовуються у хлібопеченні, можна об'єднати у кілька груп, *рис. 14.1*.

Харчові добавки для хлібопекарського виробництва



Рис. 14.1. Класифікація харчових добавок

У хлібопекарському виробництві багатьох країн використовують комплексні поліпшувачі якості, до складу яких входить кілька харчових добавок різного напрямку дії, у результаті чого вони мають поліфункціональні властивості. Вибір виду поліпшувача і його дозування залежить від хлібопекарських властивостей борошна, способу та режиму приготування тіста, його рецептури. Кількість поліпшувача, яку необхідно внести в опару чи тісто, уточнюють шляхом проведення пробних випікань.

14.1. Поліпшувачі окисної дії

У хлібопекарській промисловості різних країн світу застосовуються такі окислювачі, як бромат і йодат калію, персульфат амонію, перекис кальцію, азодикарбонамід, аскорбінова кислота та інші сполуки.

Хімізм взаємодії окисників з компонентами тіста повністю не розкритий. Відомо, що добавки окисної дії впливають на стан білково-протеїнажного комплексу борошна. Вважається, що вони окислюють сульфгідрильні групи білків з утворенням дисульфідних зв'язків, унаслідок чого молекула білку ущільнюється, знижується її атакуємість ферментами. Поряд з цим у результаті окислення сульфгідрильних груп знижується активність протеолітичних і амілолітичних ферментів, а також інактивується активатор протеолізу глутатіон. Під впливом

окисників укріплюється структура в'язкої маси набухлих слизів у рідкій фазі тіста. Є припущення, що окисники взаємодіють з глікопротеїдами тіста з утворенням щільних драглів. Внаслідок окисних процесів підвищується сила борошна, покращуються структурно-механічні властивості тіста, формостійкість тістових заготовок при вистоюванні та випіканні, збільшується об'єм хліба.

Внаслідок окислення і знебарвлення пігментів борошна спостерігається ефект відбілювання м'якушки виробів.

Добавки окисної дії рекомендується використовувати при переробленні пшеничного сортового борошна з надмірно розтяжною або середньою за розтяжністю клейковиною. В разі використання борошна з короткорваною клейковиною застосовувати окислювачі недоцільно.

Укріплюючи клейковину, окислювачі підвищують її спроможність до гідратації. Це обумовлює підвищення водопоглинальної здатності тіста.

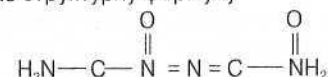
Хімічні добавки застосовують у вигляді розчинів. Розчини готують і зберігають в ємкостях з некорозійних матеріалів. Добавки вносять в опару або при замішуванні тіста. В опару їх доцільно дозувати разом з дріжджовою суспензією, дріжджовим молоком, молочною сироваткою або концентрованою молочнокислою закваскою. Їх вносять у чан з цими продуктами. У тісто добавку зручно вносити разом з розчином солі.

При порційному приготуванні тіста розчин добавки може бути влитий мірником у діжу.

Параметри технологічного процесу приготування опари і тіста при застосуванні добавок окисної дії залишаються без змін, тривалість вистоювання тістових заготовок незначно збільшується.

Бромат калію — $KBrO_3$ (E 924a) вважається одним із кращих поліпшувачів окисної дії. У свій час він досить широко застосовувався у кількості 0,001–0,003 % до маси борошна в країнах Європи, США, Канаді, в колишньому СРСР. На цей час у багатьох країнах, у тому числі в Росії та Україні, застосування бромату калію заборонено у зв'язку з можливою його канцерогенністю.

Азодикарбонамід має структурну формулу



Випускається в суміші з крохмалем під назвою Матурокс, є швидкодіючим окислювачем, його дозують у кількості 0,0002–0,0004 % до маси борошна. Цей окислювач укріплює структуру тіста внаслідок окислення -SH-груп, підвищує водопоглинальну здатність тіста.

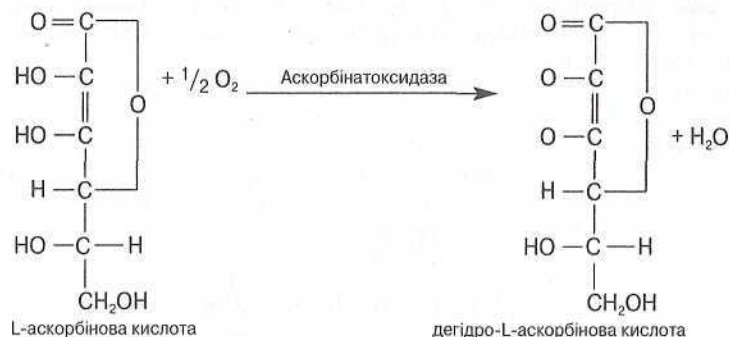
Йодат калію (KJO_3) на відміну від бромату калію, який є повільно діючим окислювачем, діє відносно швидко. Він дозується в кількості 0,0004–0,0008 % до маси борошна, залежно від його сорту і сили, а також від інтенсивності замішування тіста. Чим слабша клейковина і чим більша інтенсивність механічної обробки тіста, тим більшу дозу йодату калію необхідно вносити.

Персульфат амонію $(NH_4)_2S_2O_8$ при внесенні в тісто діє як окислювач і одночасно є додатковим джерелом азотистого живлення дріжджових клітин. Унаслідок цього підвищується бродильна активність дріжджів і покращуються структурно-механічні властивості тіста з борошна зі слабкою клейковиною.

Персульфат амонію рекомендується дозувати в кількості 0,01–0,02 % до маси борошна для покращання об'єму і формоутримувальної здатності подових виробів, а також стану м'якушки хліба.

Перекис кальцію CaO_2 (E 930) додають у кількості 0,005–0,05 % до маси борошна. Ця добавка значно поліпшує властивості клейковини, водопоглинальну та газотримувальну здатності тіста, його консистенцію. Це дозволяє при переробленні борошна із зниженими хлібопекарськими властивостями зберігати стандартну вологість тіста. Таке тісто добре оброблюється машинами, не липне, зберігає формуотримувальну здатність. Дозування препарату утруднене тим, що він не розчиняється у воді, його слід дозувати при замішуванні тіста. Одним із можливих способів застосування цього препарату є внесення його в борошно. Перекис кальцію не взаємодіє з борошном до початку замішування тіста. Слід враховувати, що перекис кальцію знижує кислотність тіста внаслідок того, що при його розпаді утворюється окис, а потім — гідрат окису кальцію, який нейтралізує кислі речовини тіста.

Аскорбінова кислота (E 300) вигідно відрізняється від інших поліпшувачів тим, що її присутність у хлібі відповідає вимогам фізіології та гігієни харчування. Її широко використовують у багатьох країнах. Як відновник за своєю хімічною природою, в тісті під дією аскорбінаоксидази вона швидко окислюється в дегідро-L-аскорбінову кислоту, що діє як окислювач. Далі під дією ферменту дегідроаскорбінатредуктази в присутності -SH груп білково-протеїназного комплексу борошна відбувається відновлення дегідро-L-аскорбінової кислоти в аскорбінову кислоту. При цьому компоненти білково-протеїназного комплексу 2R-SH перетворюються в R-S-S-R, що обумовлює ущільнення структури білків.



Аскорбінову кислоту додають у тісто у вигляді розчину у воді з температурою до 50 °C при гідромодулі 1:10 в разі переробки борошна з клейковиною, що має розтяжність над лінійкою від 13 до 20 см, у кількості 0,006 %, більше 20 см — 0,01 % до маси борошна.

За кордоном при всіх прискорених способах приготування тіста з інтенсивним замісом без бродіння перед обробленням передбачається введення аскорбінової кислоти в кількості 0,006 % до маси борошна як швидкодіючого окисника, що встигає проявити свою дію за короткий час приготування тіста.

При внесенні аскорбінової кислоти покращуються структурно-механічні властивості тіста, його газо- і формуотримувальна здатність, унаслідок чого збільшується об'єм хліба, покращується структура м'якушки, зменшується розпливання подових виробів. Передозування аскорбінової кислоти не приводить до погіршення якості виробів.

Окисні процеси в тісті можуть каталізувати також ферменти ліпоксигеназа, глюкооксидаза. Перекиси і гідроперекиси, що утворюються в результаті дії ліпо-

ксигенази, окислюють сульфгідрильні групи компонентів білково-протеїнажного комплексу, внаслідок чого покращується структура тіста та якість хліба. Як носія ліпоксигенази використовують соєве борошно із термічно необробленого зерна.

14.2. Поліпшувачі відновної дії

У хлібопеченні як поліпшувачі відновної дії можуть бути використані тіосульфат натрію, глутатіон, L-цистеїн і його калії та натрієві солі, певні ферментні препарати. Іноді їх застосовують у поєднанні з поліпшувачами окисної дії. Додають ці добавки при переробленні борошна з короткорваною або надмірно міцною клейковиною. Вони збільшують розтяжність і знижують пружність клейковини, підвищують її еластичність. Внаслідок цього прискорюється процес утворення тіста, зростає його газотримувальна здатність, збільшується об'єм хліба. На поверхні виробів згладжуються тріщини і підриви, характерні для хліба з такого борошна, поліпшується структура пористості. Це в основному зумовлено зміною співвідношення сульфгідрильних груп та дисульфідних зв'язків у білках тіста.

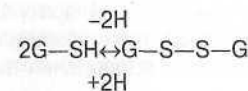
Тіосульфат натрію $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (E 539) вносять у кількості 0,001–0,002 % до маси борошна, залежно від способу випікання хліба. При виробництві подового хліба з пшеничного борошна, що містить клейковину з розтяжністю від 10 до 13 см, — 0,001, а формового — 0,002 % до маси борошна. Якщо борошно з малорозтяжною клейковиною одночасно має підвищену автолітичну активність, рекомендується водночас з тіосульфатом натрію використовувати поліпшувачі окисної дії.

Дозують тіосульфат натрію у вигляді водного розчину при гідромодулі 1:20. Розчин зберігається не більше доби в посуді, що не піддається корозії. Тіосульфат натрію вносять в опару разом з дріжджами або дріжджовим молоком. При спільному використанні його з поліпшувачами окисної дії останні вносять у тісто з розчином солі.

L-цистеїн (E 920) додають у кількості 0,005–0,015 % до маси борошна. Дія цього препарату посилюється, якщо його попередньо активувати протягом 10–15 хв у водно-борошняній суспензії вологістю 65–70 % при 31–35 °C.

Технологічний режим приготування опари, тіста, а також вистоювання тістових заготовок не змінюється. У технічній літературі є відомості про використання в якості поліпшувача відновної дії ортофосфорної кислоти в поєднанні з карбамідом (діамідом вугільної кислоти) при виготовленні хліба з пшеничного борошна середнього за якістю і слабкого в таких кількостях: при розтяжності клейковини від 13 до 20 см — ортофосфорної кислоти 0,05 % (за об'ємом), карбаміду — 0,1 % (за масою), при розтяжності клейковини більше 20 см — 0,07 і 0,15 % відповідно. Використання цього поліпшувача забезпечує покращання структури пористості, освітлення м'якушки хліба.

Глутатіон є трипептидом, до складу якого входить залишок цистеїну, що містить групу -SH. Окисно-відновне перетворення глутатіону в тісті відбувається за схемою:



Глютагон є в борошні, у значній кількості міститься в зародку пшениці, хлібопекарських дріжджах.

Фірма «Quest Int Nederland BV» (Нідерланди) випускає препарати відновної дії Dorel: Dorel 8374 — екстракт дріжджів, Dorel 8395 — автолізат дріжджів. Ці добавки рекомендується додавати у кількості 0,02–0,1 % до маси борошна.

Застосування цих препаратів дозволяє покращити еластичність тіста, зменшити його пружність, збільшити об'єм хліба завдяки їх впливу на білки клейковини пшеничного борошна. Застосування добавок відновної дії особливо ефективно при виготовленні листового тіста.

Технологічний режим приготування опари і тіста, а також вистоювання тістових заготовок при застосуванні добавок відновної дії залежить від властивостей борошна, рецептури виробів та інших факторів і уточнюється пробною випічкою.

14.3. Ферментні препарати

Ферментні препарати (ФП) відносять до технологічних харчових добавок. Вони є композиціями ферментів з різними функціональними властивостями. У хлібопекарській промисловості їх застосовують з метою інтенсифікації біохімічних процесів, що відбуваються при бродінні тіста та вистоюванні тістових заготовок, а також під час випікання, покращання якості виробів та уповільнення процесу їх черствіння. ФП одержують шляхом мікробного синтезу. Продуцентами ФП є культури бактерій, дріжджів чи пліснявих грибів. Вплив ФП на характеристики тіста і якість хліба обумовлюється дією ферментів, що входять до їх складу, на крохмаль, білки, ліпіди, пентозани, клітковину борошна в тісті.

Найменування ферментних препаратів поєднує в собі скорочену назву основного ферменту, активність якого в препараті переважає, і видову назву мікроорганізму — продуцента. Так, препарат, в якому переважаючим ферментом є амілаза, синтезована плісневим грибом *Asp. oryzae*, називається Амілоризином, якщо застосовувалась культура *Vac. subtilis*, — Амілосубтиліном. У назві препарату відображається спосіб культивування мікроорганізмів, ступінь очищення препарату і концентрація ферментів. З цією метою після назви препарату ставиться індекс. Наприклад, Амілоризин П10Х або Амілосубтилін Г20Х. В індексі літера П означає, що препарат одержано поверхневим методом культивування на твердих середовищах, а літера Г — глибинним вирощуванням у рідких середовищах. Літера Х умовно позначає кількість ферменту в стандартній (такій, що має точно визначену активність на одиницю маси) глибинній або поверхневій культурі. Цифра перед літерою Х відображає ступінь очищення препарату. Промисловість виробляє очищені ФП з індексами П10Х і Г10Х, П15Х і Г15Х, П20Х і Г20Х, П25Х і Г25Х.

У харчовій промисловості дозволене використання лише очищених ферментних препаратів.

ФП характеризують видами ферментативної активності (здатності): амілолітична активність — АЗ; протеолітична активність — ПЗ; пектолітична активність — ПкЗ; оцукрююча активність — ОЗ і т.п. Величина ферментативної активності виражається в одиницях на 1 г препарату. За одиницю активності приймається кількість препарату, яка каталізує розщеплення 1 г відповідного субстрату при точно визначених умовах проведення визначення. Так, за одиницю

амілолітичної здатності (АЗ) прийнята така кількість ферментного препарату, яка каталізує розщеплення 1 г розчинного крохмалю при температурі 30 °С і рН середовища 4,7 за 60 хв.

За одиницю оцукрюючої здатності (ОЗ) прийнята кількість препарату, яка розщеплює 1 г розчинного крохмалю при температурі 30 °С і рН середовища 4,7 за 60 хв до мальтози.

За одиницю протеолітичної здатності (ПЗ) прийнята така кількість ферментного препарату, яка каталізує гідроліз 1 г білка (казеїну) при температурі 30 °С і рН середовища 7,5.

Застосування ферментних препаратів дає можливість цілеспрямовано впливати на біополімерно-ферментативні комплекси борошна та регулювати його хлібопекарські властивості, і тим самим впливати на хід технологічного процесу і якість хлібних виробів.

Найбільш відомими в Україні є амілолітичні ферментні препарати — Амілоризин П10Х, Амілосубтилін Г10Х, Глюкоамілаза очищена.

Продуцентом Амілоризину П10Х є пліснявий гриб *Aspergillus oryzae*. У складі цього препарату міститься активна α -амілаза, а також екзо- і ендопротеази. Амілолітична здатність (АЗ) Амілоризину П10Х не менше 2000 од/г. Оптимальними умовами його дії є рН 4,7–5,4 і температура 40–45 °С.

Амілосубтилін отримують культивуванням бактерій *Vac. Subtilis*. Цей препарат містить α -амілазу, β -глюканазу і протеазу. АЗ Амілосубтиліну Г10Х — не менше 3000 од/г. Оптимальними умовами дії препарату є рН 6,0–6,3 і температура 50–55 °С. Бактеріальна α -амілаза має високу термостабільність і залишається активною майже до кінця випікання, тоді як грибна інактивується при 63–71 °С.

Залежно від якості борошна Амілоризин вносять у кількості 1,5–2,5 г, Амілосубтилін 0,06–0,1 г на 100 кг борошна.

При доданні амілолітичних ферментних препаратів унаслідок ферментативного гідролізу крохмалю у тісті накопичуються поживні речовини: цукри і декстрини. Завдяки збільшенню кількості цукрів інтенсифікується процес спиртового бродіння, скорочується тривалість вистоювання тістових заготовок, покращується забарвлення і аромат виробів. Декстрини, що утворилися, уповільнюють процес черствіння.

Найбільша ефективність від внесення ФП з амілолітичною активністю досягається при використанні борошна зі зниженою цукроутворювальною здатністю та автолітичною активністю до 30 %, недостатньо еластичною, малорозтяжною клейковиною.

У разі, коли борошно містить надмірно розтяжну клейковину, амілолітичні препарати доцільно добавляти разом з аскорбіновою кислотою або іншим поліпшувачем окисної дії.

Ці препарати рекомендується використовувати при виробництві пшеничних і житніх сортів хліба за різними технологічними схемами. Додають їх замість солоду в заварки під час приготування рідких дріжджів, а також у житні закваски, в опари або тісто.

Глюкоамілаза очищена є продуктом життєдіяльності гриба *Aspergillus awamori*. Оптимальними умовами дії цього ферменту є рН 3,0–5,5 і температура 55–60 °С. Препарат застосовують при приготуванні рідких дріжджів, високооцукрених напівфабрикатів, тіста з борошна, що має низьку газоутворювальну здатність.

На цей час на український ринок інофірми поставляють низку високоактивних ферментних препаратів з різними функціональними властивостями. Найбільш відомими є ферментні препарати фірми Novo Nordisk (Данія). У 2000 році від цієї компанії відокремилось відділення ферментів і стало незалежною компанією Novozymes A/S (Новозаймс А/С), яка продовжує бізнес Novo Nordisk у галузі застосування ферментних препаратів. Це ФП з амілолітичною активністю: Fungamyl BG, Fungamyl Super, Novamil, AMG та інші, а також ФП, що мають пентозаназну, протеолітичну, ліполітичну активність. За структурою ці ферментні препарати є сипкими мікрогранулятами (агломеровані порошки) від білого до світло-коричневого кольору з середнім розміром частинок 150 мікронів. Носієм при мікрогранулюванні є пшеничне борошно.

Препарат Fungamyl BG (Фунгаміл БГ) — оптимум рН 4,5–5,0, температура 53–55 °С — є аналогом вітчизняному амилоризину. Дозування його становить 0,2–1,0 г/100 кг борошна.

ФП Fungamyl Super поєднує амілолітичну і пентозаназну активність. Він гідролізує α -1,4-глюкозидні зв'язки в амілозі та амілопектині, утворюючи мальтозу і декстрини, та модифікує основні некрохмальні полісахариди (пентозани), впливаючи на водопоглинальну здатність борошна і поліпшуючи еластичність клейковини. Використовувати Фунгаміл Супер рекомендується у процесі перероблення борошна з пониженою газоутворювальною здатністю, низькою автोलітичною активністю. Дозування ферменту становить 5–15 г/100 кг борошна. Оптимум дії ферменту забезпечується при температурі 40 °С і рН 5,0–6,0. Фермент інактивується у процесі випікання.

ФП AMG (АМГ) 1000 БГ — амілолітичний препарат (глюкоамілаза), продукований штамом *Aspergillus niger*, гідролізує α -1,6-глюкозидні зв'язки в амілопектині, чим сприяє безперервному виробленню глюкози і декстринів у процесі бродіння тіста. Дозування ферменту — 3–30 г/кг борошна. Оптимум дії АМГ 1000 БГ забезпечується при температурі 55–70 °С і рН 3,0–5,0. Фермент інактивується у процесі випікання.

Ферментний препарат Novamil (Новаміл) містить мальтогенну α -амілазу бактеріального походження. Оптимум дії цього препарату: рН — 4,8–6,0, температура 54–75 °С. Тобто препарат має максимальну активність під час випікання тістових заготовок, сприяє накопиченню мальтози і декстринів різної молекулярної маси, поглибленню клейстеризації крохмалю. Внаслідок його дії уповільнюється ретроградація крохмалю при зберіганні виробів, подовжується тривалість їх свіжості. Дозування цього ферментного препарату становить 50–60 г на 100 кг борошна, залежно від його активності.

Препарат рекомендується використовувати при переробленні борошна будь-якої якості для широкого асортименту виробів.

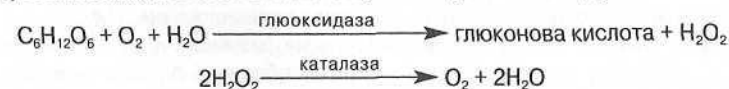
Ферментний препарат Pentopan Mono (Пентопан Моно) має пентозаназну активність, гідролізує розчинні та нерозчинні пентозани борошна, а препарат Pentopan BG, окрім пентозанази, містить також геміцелюлазу. Ці препарати обумовлюють модифікацію фракцій некрохмальних полісахаридів борошна, покращують гнучкість глютенної сітки. Оптимум дії цих ферментних препаратів забезпечується при температурі 40–75 °С і рН 4,0–6,0. Внаслідок їх дії збільшується водопоглинальна здатність борошна, покращуються структурно-механічні властивості тіста, збільшується об'єм хліба. На 100 кг борошна додають Пентопану Моно 0,6–1 г, а Пентопану БГ — 2–29 г.

Ферментний препарат Нейтраза 5,0 БГ — бактеріальна протеаза, що про-

дукується певним штамом *Bacillus subtilis*. Оптимальні умови дії Нейтрази: температура 45–55 °С, рН 5,5–7,5. Нейтраза інактивується при 85 °С. Вона розкладає комплекс борошна, що містить протеїн, і таким чином пом'якшує стан його білків. Цей ФП рекомендується використовувати при переробці борошна з надмірно пружною клейковиною. Нейтразу дозують у кількості 0,1–0,2 г/100 кг борошна.

Препарат Liporan 50 BG (Ліпопан 50 БГ) є очищеною 1,3-специфічною ліпазою, продукованою штамом *Aspergillus oryzae*. Діє у широкому інтервалі рН 5,0–8,0, покращує клейковинний каркас тіста. Точний механізм дії ліпази у хлібопеченні ще не відомий. Ліпопан 50 БГ краще працює в знежирених рецептурах. Дозування становить 0,5–5 г/100 кг борошна. Збільшена доза може надавати присмаку хлібу. Фермент інактивується в процесі випікання.

Деякі ферментні препарати є ефективними окислювачами. Так, препарат Gluzum (Глюзім) має глюкооксидазну і побічну каталазну активність. Він каталізує окислення глюкози в глюконову кислоту, кисень і воду



Під дією цього препарату відбувається окислення сульфгідрильних груп клейковинних білків, що обумовлює формування дисульфідних зв'язків, у результаті чого укріплюється клейковина, покращуються водопоглинальна здатність, структурно-механічні властивості тіста і якість хліба. Оптимум дії препарату забезпечується при температурі 40 °С і рН 3,5–7,0. Препарат додають у кількості 6–10 г на 100 кг борошна при активності 2500 од/г.

Ферментні препарати зручно дозувати у вигляді розчинів у воді з температурою 25–30 °С при гідромодулі 1:10 або 1:20. Розчин ферментних препаратів може зберігатись при температурі 5 °С протягом 24 год. Ферментні препарати інактивуються під час випікання.

Для досягнення комплексної дії ферментних препаратів на компоненти тіста ефективно застосовувати мультиензимні композиції. До їх складу входять ферменти з різними функціональними властивостями, при цьому спостерігається синергічний ефект їх дії. Так, наприклад, за даними фірми Novo Nordisk спостерігається висока ефективність застосування композиції ферментних препаратів амілази, ксиланази і ліпази, рис. 14.2.

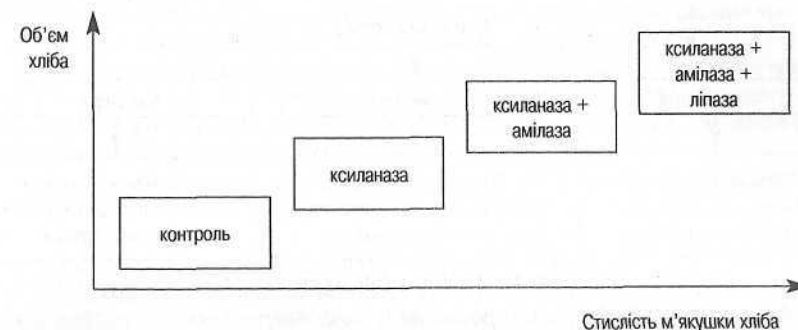


Рис. 14.2. Вплив сукупного внесення ферментних препаратів амілази, ксиланази і ліпази на якість хліба

Ефективними ферментними препаратами є серія препаратів GRINDAMYL™ фірми Danisco cultor. Grindamil S покращує пружність тіста, Grindamil BR діє як окислювач, Grindamil FD забезпечує стійкість до заморожування. Дозують ці препарати в кількості 0,001–0,005 % до маси борошна.

На основі ферментних препаратів виготовляється чимало комплексних поліпшувачів для хлібопекарського виробництва з різними функціональними властивостями.

14.4. Поверхнево-активні речовини

Поверхнево-активні речовини (ПАР, емульгатори) — це речовини, здатні адсорбуватися на поверхні розподілу фаз і знижувати поверхневий натяг. Молекули ПАР мають дипольну будову, тобто містять полярну групу з гідрофільними властивостями (гідрофільну, карбоксильну або іншу) і неполярну групу (ліпофільну), що здебільшого є вуглеводневим радикалом, *рис. 14.3*.

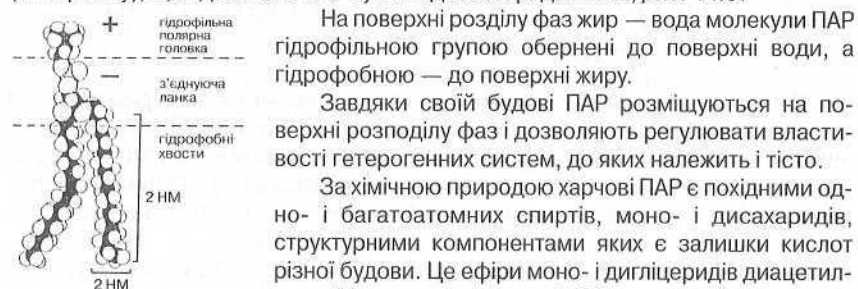


Рис. 14.3. Дифільна структура молекули ПАР – основні ланки молекули

На поверхні розділу фаз жир — вода молекули ПАР гідрофільною групою обернені до поверхні води, а гідрофобною — до поверхні жиру.

Завдяки своїй будові ПАР розміщуються на поверхні розподілу фаз і дозволяють регулювати властивості гетерогенних систем, до яких належить і тісто.

За хімічною природою харчові ПАР є похідними одно- і багатоатомних спиртів, моно- і дисахаридів, структурними компонентами яких є залишки кислот різної будови. Це ефіри моно- і дигліцеридів діацетилвинної і жирних кислот — E 472e, моно- і дигліцеридів оцтової та жирних кислот — E 472a, моно- і дигліцеридів молочної та жирних кислот — E 472c та інші.

У тісті ПАР вступають у взаємодію з крохмальною фракцією борошна, білками клейковини, жировими компонентами. При цьому утворюються складні комплексні сполуки, що й обумовлює покращання структурно-механічних властивостей тіста і якості хліба.

За типом іоногенності ПАР ділять на три групи (*рис. 14.4*).



Рис. 14.4. Класифікація ПАР за іоногенністю

Аніоактивні ПАР у водних розчинах дисоціюють на іони.

Взаємодіючи з білковими речовинами борошна і тіста, аніоактивні ПАР зміцнюють клейковину, підвищують її пружність і еластичність, зменшують гідра-

тацію, формують оптимальні структурно-механічні властивості м'якучки. Їх рекомендується застосовувати при роботі зі слабким або середнім за силою борошном.

Одним з ефективних ПАР, що укріплює клейковину, є ефір моногліцеридів з діацетилвинною кислотою — ДВК-ефір. ДВК-ефіри рекомендується додавати у кількості 0,3–0,5 %, залежно від сили борошна.

Неіоногенні та амфолітні ПАР не дисоціюють у розчині.

До неіоногенних ПАР належать моно- і дигліцериди жирних кислот та їх суміші, прості ефіри багатоатомних спиртів та ін. ПАР, що використовуються у хлібопеченні, належать в основному до цієї групи. При їх застосуванні тісто і клейковина дещо послаблюються, збільшується розтяжність і еластичність короткорваної та крихкої клейковини, а також її водопоглинальна здатність. Цей ефект можна пояснити утворенням додаткових ламінарних структур білкових прошарків. Внаслідок цього покращується газотримувальна здатність тістових заготовок, збільшується об'єм хліба.

Амфолітні ПАР характеризуються змішаною іоногенною функцією (аніон- і катіоактивні). Сюди належать прості моно- і дигліцериди, фосфоліпіди рослинного та тваринного походження, лецитин, фосфатидні концентрати.

Фосфатидні концентрати, соєвий лецитин, взаємодіючи з білками тіста, знижують пружність клейковини, що сприяє збільшенню еластичності тіста, а отже, і питомого об'єму хліба.

Фосфатиди є емульгаторами. Адсорбуючись на частинках борошна в тісті, вони сприяють їх зв'язку з водою. Про це свідчить те, що кращі результати одержані при введенні в тісто жиру і фосфатидних концентратів у вигляді емульсії з водою.

Для приготування тіста застосовують соняшникові та соєві фосфатидні концентрати, соєвий лецитин. В Україні одержано соняшниковий лецитин. Фосфатидні концентрати додають у тісто в кількості 0,6–0,8 % до маси борошна. При виробництві хлібобулочних виробів з пшеничного борошна з соєвим лецитином особливо помітно покращується еластичність і пористість м'якучки. Об'єм хліба збільшується на 5–20 %, поліпшується аромат і сповільнюється черствіння виробів.

ПАР уповільнюють клейстеризацію крохмалю, підвищують температуру клейстеризації, знижують міцність і уповільнюють старіння крохмального гелю, ослаблюють зв'язки між набухлими гранулами крохмалю внаслідок утворення комплексів з амілозою. При цьому знижується швидкість ретроградації крохмалю в процесі зберігання виробів, сповільнюється черствіння хліба.

Застосування ПАР ефективно й у випадку виробництва хліба із збагачувачами (соєвим борошном, білковими ізолятами, знежиреним сухим молоком). ПАР усіх видів можна вносити в опару чи тісто у вигляді водної дисперсії, жиру-водної емульсії чи розплаву з жиром.

Посилена механічна обробка тіста підвищує ефективність застосування всіх видів ПАР. У хлібопеченні можуть застосовуватись лише ПАР, абсолютно нешкідливі для людського організму, такі, що одержали схвалення державних органів охорони здоров'я і санітарно-гігієнічного нагляду.

ПАР входять до складу низки комплексних поліпшувачів якості хліба. Допустима добова доза надходження в організм людини ефірів моно- і дигліцеридів жирних і діацетилвинної кислот — 50 мг/кг маси тіла. Всесвітньо відома фірма Danisco cultor (Данія) поставляє такі ПАР-емульгатори, як Panodan Datem і дис-

тильовані моногліцериди Dimodan. Моногліцериди запобігають рекристалізації амілози внаслідок утворення нерозчинних амілозо-моногліцеридних комплексів і взаємодіють з пектином, перешкоджаючи таким чином процесу ретроградації.

14.5. Добавки — регулятори консистенції

До групи добавок, що впливають на консистенцію тіста і тим самим підвищують його газоутримувальну здатність і покращують здатність тістових заготовок утримувати форму в процесі вистоювання і випікання, можна віднести модифіковані крохмалі, пектин, еламін, альгінати, мікробні полісахариди, метилцелюлозу, карбометилцелюлозу та деякі інші речовини, що мають підвищену водопоглинальну здатність. Ці речовини за міжнародною класифікацією добавок віднесені до групи «загусники».

Модифіковані крохмалі. Крохмалі, властивості яких змінені шляхом спеціальної обробки, називають модифікованими (МДК). Відповідно до Codex Alimentarius, до переліку харчових добавок внесено 19 різних найменувань модифікованих крохмалів. Залежно від способу одержання, модифіковані крохмалі класифікуються на гідролітичні, окислені, набухаючі, фосфатні тощо.

У хлібопекарській промисловості для покращання якості хліба, особливо з борошна, що має низькі хлібопекарські властивості, застосовують в основному окислені крохмалі (Е1404). Їх одержують шляхом окислення кукурудзяного крохмалю різними реагентами: броматом калію (МДК марки А), перманганатом калію (МДК марки Б), гіпохлоридом кальцію (МДК марки В).

При окисленні крохмалю відбувається деструкція полісахариду і окислення його спиртових і альдегідних груп, з'являються карбонільні -СО та карбоксильні -СООН групи, в результаті чого підвищується реакційна властивість крохмалю. Окислені крохмалі мають підвищену драглеутворювальну властивість клейстерів, меншу, порівняно з вихідним крохмалем, в'язкість. Вони стійкі до ретроградації.

Органами охорони здоров'я дозволено застосування у хлібопеченні лише низькоокислених крохмалів (5–10 %-ного ступеню окислення). Окислені МДК підвищують гідрофільні властивості борошна, сприяють укріпленню клейковини тіста, інтенсифікують окисно-відновні процеси у тісті, що обумовлює покращання його реологічних властивостей. Хліб з модифікованим крохмалем має кращий об'єм, рівномірну пористість, еластичну освітлену м'якушку з хорошими гідрофільними властивостями, повільніше черствіє. При переробленні борошна з високою автолітичною активністю помітно покращується стан м'якушки хліба, зникає її липкість.

Бараночні вироби, виготовлені з окисленим МДК, мають краще забарвлення, більшу крихкість і намокання.

При виготовленні хлібних виробів із пшеничного сортового борошна із слабкою або середньою за розтяжністю клейковиною рекомендується вносити 0,3–0,5 % МДК до маси борошна. Окислені МДК вносять в опару чи тісто у вигляді водної суспензії (1:10) або у вигляді заварки при співвідношенні крохмалю і води 1:15 — 1:20. Заварку перед використанням охолоджують до 37 ± 3 °С.

МДК можна вносити при заварюванні борошна у процесі приготування живильної суміші для рідких дріжджів або додавати її у дріжджове молоко у співвідношенні 1:10.

При використанні МДК скорочують тривалість бродіння опари та тіста і дещо збільшують тривалість вистоювання.

У хлібопеченні деяких країн застосовують набухаючі крохмалі або набухаюче борошно, які одержують шляхом гідролітичної обробки крохмалю чи борошна. Ефект від їх внесення аналогічний ефекту, який одержують при застосуванні заварки з частини борошна.

Для покращання якості хліба застосовують також етерифіковані крохмалі (крохмалефосфати). Вони є хорошими стабілізаторами жирно-водних емульсій, що вносяться у тісто. Ці крохмалі значно покращують показник формостійкості подового хліба, затримують його черствіння.

Пектинові речовини (Е 440). Молекула пектину складається із залишків полігалактуронової кислоти, частина карбоксильних груп якої етерифікована метанолом. Від ступеню етерифікованості залежать технологічні властивості пектинів та їх вплив на структурно-механічні властивості тіста. За ступенем етерифікації пектини можуть бути розміщені в ряд: буряковий > яблучний > цитрусовий.

У технології хлібопечення важливими є такі властивості пектинів, як розчинність, набухання, в'язкість, здатність утворювати гелі. Завдяки цим властивостям при доданні їх у тісто покращується його водопоглинальна здатність і еластичність, збільшується об'єм і формостійкість хліба. Хліб з пектином краще зберігає свіжість. Це пов'язано з високою водопоглинальною здатністю пектину і спроможністю його виділяти воду в процесі випікання, що сприяє поглибленню клейстеризації крохмалю, затримує його ретроградацію.

Пектин покращує якість хліба при дозуванні його 0,5–2,0 % до маси борошна.

Альгінати натрію і кальцію, еламін є продуктами, які одержують з морських водоростей. Ці добавки є гідроколоїдами, завдяки чому вони значно підвищують еластичність і стабільність тіста. Дозують їх у кількості 1–3 % до маси борошна.

Пектини, мікробні полісахариди, альгінати, еламін поряд з покращанням якості хліба з борошна з низькими хлібопекарськими властивостями надають виробам лікувально-профілактичних якостей. Ці добавки сприяють виведенню з організму важких металів і радіонуклідів, що детальніше викладено у розділі «Проблеми поліпшення харчової цінності хліба».

Мікробні полісахариди. В якості гідроколоїдів, що покращують консистенцію тіста, можуть бути використані полісахариди мікробного походження: ксантан, поліміксан, етаполан та інші. Ці полісахариди здатні набухати і зв'язувати воду в кількості, що в декілька разів перевищує їх власну масу.

У тісті вони взаємодіють з компонентами тістової системи, з білками утворюють білково-полісахаридні комплекси. Вони значно покращують структурно-механічні властивості тіста і якість хліба з борошна із низьким вмістом клейковини. Їх додають при замішуванні тіста в кількості 0,2–0,5 % до маси борошна. Мікробні полісахариди дещо знижують інтенсивність бродіння тіста і подовжують тривалість вистоювання тістових заготовок.

Суша клейковина. У багатьох країнах світу суха клейковина використовується для корегування хлібопекарських властивостей борошна зі зниженим вмістом клейковини, а також діабетичних видів хліба. На цей час у світі виробляється біля 500 тис. т сухої клейковини на рік. Основними її виробниками є США, Нідерланди, Франція.

Покращуюча дія сухої клейковини обумовлюється її здатністю зв'язувати воду, утворювати просторову структуру з високими в'язко-пластичними властивостями.

Оптимальне дозування сухої клейковини становить 2–4 % до маси борошна. У цих дозах суха клейковина підвищує водопоглинальну здатність тіста, покращує його структурно-механічні властивості та якість хліба, подовжує період збереження хлібом свіжості. Суха клейковина входить до складу багатьох комплексних поліпшувачів.

Підвищену водопоглинальну здатність (450–550 %) мають продукти модифікації целюлози. У хлібопекарському виробництві використовується здебільшого метилцелюлоза (Е 461), натрієва сіль карбоксиметилцелюлози (карбіолоза) — Е 466. Дозують їх у кількості 0,3–0,5 % до маси борошна. Внесення у тісто цих добавок сприяє підвищенню водопоглинальної здатності тіста, покращанню об'єму хліба і еластичності м'якушки, особливо з борошна з низьким вмістом клейковини.

Завдяки наявності в молекулі метилцелюлози і карбіолози незаміщених карбоксильних груп, ці речовини утворюють нерозчинні комплекси з важкими металами та радіонуклідами і виводять їх з організму людини.

14.6. Органічні кислоти

Органічні кислоти є добавками, за допомогою яких можна регулювати технологічний процес виготовлення хлібних виробів, впливати на титровану кислотність і рН тістових систем. Їх можна розглядати як інтенсифікаторів процесу дозрівання тіста, речовин, що знижуючи рН середовища, сприяють запобіганню розвитку картопляної хвороби хліба. Так, одним із прискорених способів приготування тіста передбачене використання лимонної (0,09 %) і оцтової (0,005 %) кислоти до маси борошна. При переробленні слабого за силою борошна рекомендується додавати в тісто 0,1–0,3 % до маси борошна молочної або до 0,01 % оцтової кислоти, що покращує структурно-механічні властивості тіста і якість хліба.

У виробництві житнього хліба рекомендується використовувати молочну і оцтову кислоти у кількості не більше 3 % до маси борошна. У харчовій промисловості здебільшого використовують 40 %-у молочну кислоту.

Лимонна і винна кислоти використовуються у разі технологічної необхідності як регулятори кислотності. Разом з тим, лимонна кислота є антиоксидантом і комплексоутворювачем, а винна — синергістом антиоксидантів і комплексоутворювачів.

14.7. Мінеральні солі

Мінеральні солі як добавки у хлібні вироби використовують для покращання живлення дріжджових клітин при активації пресованих дріжджів, можуть додаватися у рідкі опари або закваски. З цією метою використовують амонійні та фосфорні солі як додаткові джерела азоту і фосфору: NaH_2PO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, K_2HPO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ та інші.

Внесення мінеральних солей покращує осмочувливість, термо- і цукротолерантність пресованих дріжджів.

Мінеральні солі використовуються також з метою покращання структурно-механічних властивостей тіста. Це амоній фосфорнокислий, ортофосфорна

кислота з карбамідом тощо. Вони застосовуються також з метою запобігання картопляній хворобі хліба. Це ацетати і пропіонати калію і кальцію.

Мінеральні солі включені до складу низки багатокомпонентних поліпшувачів з різними функціональними властивостями.

14.8. Ароматизатори та смакові добавки

Ароматизатори надають виробам лише аромату, не створюючи нового смаку чи присмаку. До цієї групи речовин належать ванілін і його аналоги — арованілон, етилванілін, ванільний цукор, ефірні олії, есенції, прянощі тощо.

Ванілін (4-окси-3-метоксибензальдегід) — кристалічний порошок білого або світло-жовтого кольору з характерним запахом. У порошок має міститись хімічно чистого альдегіду ваніліну не менше 99,0 %.

Етилванілін має аромат, у 3–4 рази інтенсивніший за ванілін.

Ванільний цукор — це суміш рафінованої пудри чи цукру-піску з кристалічним ваніліном або арованілоном-4-супер. Ванільний цукор повинен мати явно виражений ванільний запах. Вміст ваніліну в ньому має бути $2,5 \pm 0,2$ % або арованілому-4-супер не менше 0,625 %. У воді з температурою 80 °С ці ароматизатори повністю розчиняються і утворюють прозорий безбарвний розчин. Ці ароматизатори використовуються у виробництві здобних, бубличних, сухарних виробів.

Рецептура деяких здобних виробів містить різні есенції: ванільну, лимонну, апельсинову тощо. Есенції є спиртовими або водно-спиртовими розчинами синтетичних чи натуральних духмяних речовин, ефірних олій або екстрактами з насіння ефіроолійних культур. Залежно від концентрації розпізнають однократні, двократні та чотирикратні есенції. Для кожної з них встановлена певна оптимальна доза духмяних речовин в одному об'ємі розчинника.

Ефірні олії природні одержують з відповідних ефірних рослин. Це прозорі рідини з щільністю 0,86–0,91.

Прянощами називають висушені різні частини рослин, що містять пряні або ароматичні речовини — ефірні масла, алкалоїди, глікозиди.

Це плоди (кмин, аніс, коріандр, мускатний горіх), квіти (шафран), квіткові бруньки (гвоздика), кора (кориця). Смак і аромат цих добавок обумовлені вмістом у них ефірних олій, глікозидів, алкалоїдів, альдегідів, складних ефірів тощо. Прянощі додають у тісто або використовують для посипки поверхні виробів. При доданні їх у хлібні вироби в дуже малій кількості надають останнім специфічного приємного запаху і смаку.

У хлібопекарській промисловості в основному використовують аніс, кмин, коріандр. Це плоди рослин із родини парасолькових. Вони містять 2,7–7,0 % ефірних олій, специфічних для кожної рослини. Вологість цих прянощів 9–12 %. Вміст засмічуючих домішок — не більше 2–3 %. Їх застосовують здебільшого у виробництві поліпшених сортів житньо-пшеничного хліба.

Гвоздика, кориця і шафран застосовуються для ароматизації здобних виробів. Вміст ефірних олій у гвоздиці — 14, у шафрані та кориці — 0,5 %.

У науково-технічній літературі є відомості про те, що ефірні олії, які містяться в прянощах, дещо прискорюють процес бродіння тіста.

У разі виробництва заварних сортів хліба із житнього і суміші його з пшеничним борошна як ароматизатор і смакову добавку використовують ферментова-

ний житній солод, житній солодовий екстракт у кількості 5-7 % до маси борошна. Ці добавки надають виробам приємного від світло- до темно-коричневого кольору і специфічного запаху.

Як харчову добавку, що підсилює смак, у харчовій промисловості найчастіше використовують глютамінову кислоту (E 6626) та її солі.

14.9. Цукрозамінники і підсолоджувачі

З давніх часів для надання продуктам харчування солодкого смаку застосовують речовини, які мають солодкий смак. Основною солодкою речовиною, що вживається людиною, є цукор сахароза. В цей час поряд з цукром використовують різні солодкі речовини. Класифікація їх за А.П.Нечаєвим, А.А.Кочетковою, А.Н.Зайцевим наведена на рис. 14.5.



Рис. 14.5. Класифікація солодких речовин

Увага до речовин, що надають виробам солодкого смаку, викликана сучасними вимогами науки про харчування, необхідністю виробництва низькокалорійних продуктів, а також дієтичних продуктів спеціального призначення. Такі продукти в першу чергу необхідні хворим на діабет.

Поряд з харчовими продуктами, що використовуються замість сахарози: глюкозо-фруктозні сиропи, моно- і дисахариди, застосовують речовини, які називають цукрозамінниками, і харчові добавки — підсолоджувачі. Останні не мають у своєму складі глюкозного фрагменту і можуть з успіхом застосовуватись при виробництві продуктів для хворих на діабет. Солодкість підсолоджувачів і цукрозамінників порівнюють з солодкістю сахарози. Ступінь їх солодкості визначається кількістю сахарози в грамах, яку необхідно розчинити в одиниці об'єму води за умови, щоб її розчин мав таку ж солодкість, як і розчин, в якому міститься 1 г підсолоджувача чи цукрозамінника. Ступінь солодкості сахарози приймається за одиницю.

Важливою групою цукрозамінників є солодкі спирти — поліоли. Вони практично повністю засвоюються організмом, але досить повільно, тому вживання їх обмежене. Виробництво їх у світі складає біля 1 млн. т на рік. Це сорбіт, ксиліт, маніт, мальтит, лактит.

Найширше використовуються сорбіт (E 420) і ксиліт (E 967). Солодкість їх по відношенню до сахарози відповідно 0,6 і 1,0. Сорбіт одержують шляхом гідрогенізації D-глюкози, енергетична цінність його 3,5 ккал/г. Метаболізм ксиліту і сорбіту в організмі здійснюється без участі інсуліну. Вони справляють послаблювальну і жовчогінну дію. Ксиліт одержують відновленням ксилози бавовняної лузги і кукурудзяних качанів. Сорбіт і ксиліт здатні виконувати роль емульгаторів та водоутримувальних агентів.

Ксиліт і сорбіт хлібопекарськими дріжджами не зброджуються і не беруть участі у процесі забарвлення скоринки.

Добавки-підсолоджувачі одержують з рослинної сировини (природні добавки) і шляхом хімічного синтезу.

Представниками природних підсолоджувачів є маракулін (глюколіпід), тауматин (E 957) — білковий продукт і стевіозид — глікозид, виділений з листків рослини стевії, гліциризин (E 958) — гліциризинова кислота, яку одержують з коренів солодки голої (лакриці).

Останній є одним з найдавніших природних підсолоджувачів у Європі.

Представниками синтетичних підсолоджувачів є сахарин, його натрієва, калієва і кальцієва солі, ацесульфам калію, отизон, аспартам, сукралоза та інші.

Сахарин (E 954) — це сульфамід бензойної кислоти. Він стійкий при нагріванні. Використовується здебільшого натрієва сіль сахарину, солодкість якої в 500 разів більша за солодкість сахарози, широко застосовується у виробництві продуктів для хворих на діабет.

Ацесульфам К (E 950) відноситься до групи окситаціондиоксидів, термічно і хімічно стійка сполука, не засвоюється організмом людини. Солодкість його Ксол — 200.

Отизон є аналогом ацесульфаму калію (E 950). Він солодший за сахарозу в 150-300 разів, добре розчиняється у воді, термо- і кислотостійкий.

Аспартам (E 951) — метиловий ефір дипептиду фенілаланіну і аспарагінової кислоти. Він солодший за сахарозу в 200 разів, в організмі людини повністю метаболізується.

Аспартам є кислото- і термолабільною сполукою, що обмежує його використання у хлібопеченні.

В Україні в перелік харчових добавок-підсолоджувачів і цукрозамінників, що дозволені для використання у харчовій промисловості, включені маніт, ацесульфам калію, аспартам, ізомальт, сахарин, сукралоза, гліциризин, мальтит, лактит, ксиліт, отизон, сахарол і деякі інші речовини. Вирішення питання про доцільність застосування в харчовій промисловості інших підсолоджувачів є прерогативою Міністерства охорони здоров'я України.

У зв'язку з тим, що жоден із підсолоджувачів не забезпечує смак натурального цукру, у хлібопекарській промисловості можуть бути використані композиції з окремих підсолоджувачів. При цьому можливе проявлення якісного і кількісного синергічного ефекту. Прикладом може бути підсолоджувач «СВІТЛІ — солодкість дієтична» (Росія), Суслі (Німеччина) та ін.

Дозування підсолоджувачів розраховують, виходячи з їх орієнтовних ко-

ефіцієнтів солодкості, та уточнюють шляхом дегустації. Кількість підсолоджувача:

$$П = C/K_{\text{сол}}$$

де C — кількість цукру, що замінюється; $K_{\text{сол}}$ — коефіцієнт солодкості підсолоджувача.

Використовують підсолоджувачі у вигляді водних розчинів. Внесення їх у тісто не впливає на структурно-механічні властивості, інтенсивність бродиння і газоутворювальну здатність останнього.

Застосовувати підсолоджувачі з метою економії цукру не дозволяється. Комітетом з харчових добавок ФАО/ВОЗ установлена допустима норма добового надходження підсолоджувачів в організм людини. Основними виробниками підсолоджувачів і постачальниками їх на зовнішній ринок є США, Японія, Китай.

14.10. Консерванти

До цієї групи добавок відносять речовини, які пригнічують розвиток мікроорганізмів або знищують їх. Ці речовини мають бути нешкідливими для організму людини, не змінювати органолептичних властивостей продукту. У харчовій промисловості найчастіше використовують в якості консервантів сіль кухонну харчову, етиловий спирт, оцтову, сорбінову, бензойну, сірчисту, пропіонову кислоти та їх солі, ацетати калію, кальцію, а також вуглекислий газ, нізін, інші речовини. Їх застосовують з метою збільшення тривалості зберігання сировини або продуктів.

У хлібопеченні хімічні консерванти застосовують для запобігання захворюванню хліба на картопляну хворобу, пліснявіння. Для запобігання захворюванню хліба на картопляну хворобу Міністерство охорони здоров'я України дозволяє використовувати оцтову кислоту і ацетат кальцію в кількості відповідно 0,2 і 0,5 % до маси борошна, нізін (у складі препарату селектину). Для боротьби з пліснявінням хліба в деяких країнах дозволено додання в тісто сорбінової кислоти (0,1 % до маси борошна), сорбопальмітату (0,3–0,5 %). У США з цією метою використовується пропіонова кислота.

Такі препарати, як пропіонова кислота, пропіонати кальцію, натрію, сорбінова кислота, сорбат кальцію, оцтова кислота, ацетат кальцію затримують пліснявіння хліба на 7–12 діб.

Проте ці консерванти в більшій або меншій мірі знижують інтенсивність мікробіологічних процесів, що протікають при дозріванні тіста, погіршують об'єм і пористість виробів.

В Україні не мають абсолютного статусу дозволеності пропіонова кислота (E280), пропіонати (E281–283), використовують здебільшого ацетати калію чи кальцію.

Сорбінова кислота (E 200) застосовується з метою попередження пліснявіння хліба, призначеного для тривалого зберігання. Перед пакуванням у півку хліб обробляють сорбіновою кислотою або 96 %-им етиловим спиртом.

Кухонну сіль застосовують для консервування рідких опар, заквасок при перервах у виробництві. Відоме її застосування (а також сорбінової кислоти або сорбату натрію) для консервування молочної сироватки, що зберігається в умовах хлібопекарських виробництв.

14.11. Комплексні хлібопекарські поліпшувачі

Комплексні хлібопекарські поліпшувачі (КХП) — це композиційні добавки поліфункціональної дії, до складу яких входять у певному співвідношенні кілька інгредієнтів різного принципу дії. Вміст окремих інгредієнтів у КХП, їх співвідношення обумовлюються цільовим технологічним призначенням того чи іншого КХП.

Комплексні хлібопекарські поліпшувачі призначаються:

для інтенсифікації технологічних процесів виготовлення виробів;
забезпечення необхідної якості хліба при прискорених технологіях його виготовлення;

формування оптимальних для оброблення реологічних властивостей тіста, підвищення формостійкості тістових заготовок;

забезпечення достатньої якості продукції з борошна, що має низькі хлібопекарські властивості;

корегування біохімічних, колоїдних, мікробіологічних процесів при виготовленні різних груп виробів: здобних, листових, бубличних тощо;

оптимізації якості виробів, виготовлених із заморожених напівфабрикатів;

забезпечення подовженої тривалості збереження хлібом свіжості;

запобігання картопляної хвороби та пліснявіння виробів.

До складу КХП входять у різній кількості ферментні препарати, окислювачі (аскорбінова кислота, пероксид кальцію або ін.), відновники (L-цистеїн, тіосульфат натрію тощо), гідролоїди (модифікований крохмаль, суха клейковина тощо), поверхнево-активні речовини (моно- і дигліцериди жирних кислот, лецитин або ін.), органічні кислоти (лимонна, яблучна, молочна або ін.), мінеральні солі для живлення дріжджів або як консервуючі засоби, що запобігають псуванню продукції (пропіонат натрію, ацетат калію чи кальцію, сорбінова кислота або її солі). Окремі види комплексних поліпшувачів містять наповнювач — екструдоване або звичайне пшеничне борошно, соєве борошно, висівки та ін.

Комплексні поліпшувачі виробляють здебільшого у вигляді порошків або паст. Дозують їх у кількості від 0,1 до 3,0 % до маси борошна. Дозу поліпшувача уточнюють пробним випіканням.

Завдяки синергічному ефекту складових частин комплексних препаратів можна скоротити дозування кожного окремого компоненту приблизно вдвічі порівняно із загальною прийнятим.

На цей час на українському ринку зарубіжні фірми пропонують велику кількість КХП різної дії.

Фірма «Пакмая» (Туреччина) пропонує кілька КХП серії Эка. В їх складі є амілолітичні ферменти, ПАР, органічні кислоти, вітаміни, мінеральні солі тощо. Так, КХП Эка-Пріма рекомендується застосовувати при переробленні борошна слабого по силі, КХП Эка-Матик призначається для прискорених технологій.

Фірма «Ірекс» (Німеччина) пропонує КХП для здобних виробів, виробів із замороженого тіста та ін.

Французька фірма «Лесафр» рекламує КХП серії «Мажімікс» для пшеничних сортів хліба.

У Росії розроблена серія багатоконцентних поліпшувачів — «БІК», до складу яких входять поліпшувачі окисної дії, ферментні препарати, мінеральні компоненти, стабілізатори якості, інтенсифікатори технологічного процесу. Ці КХП рекомендуються для виготовлення хліба з пшеничного борошна, у тому

числі з низькими хлібопекарськими властивостями. Розроблений ДержНДІХП Росії поліпшувач «Амілокс» містить компоненти окислювальної дії, ферментативно активні агенти, ензими. Його рекомендується застосовувати при переробці борошна з низькими хлібопекарськими властивостями.

В УДУХТ розроблені комплексні поліпшувачі Ново-альфа та Ново-екстра. До складу Ново-альфи входять глюкооксидаза, ксиланаза та аскорбінова кислота; Ново-екстра, окрім вказаних складових, містить емульгатор. Ці поліпшувачі рекомендуються вносити при виготовленні хлібних виробів з борошна зі слабкою клейковиною і підвищеною автолітичною активністю.

Вибір поліпшувача залежить від його функціональних властивостей, виду та якості борошна, що переробляється, рецептури виробів.

При переробці борошна із слабкою клейковиною не рекомендується використовувати поліпшувачі, до складу яких входять протеолітичні ферменти, солодове борошно або борошно із пшеничних зародків. Для такого борошна необхідно, щоб поліпшувач містив гідроколоїди, солі, ПАР, окислювачі.

У процесі переробки борошна з короткорваною клейковиною бажано, щоб до складу поліпшувачів входили протеаза, ліпаза, амілаза, ПАР, органічні кислоти, L-цистеїн. Під час переробки борошна із середніми хлібопекарськими властивостями небажана також наявність у поліпшувача протеїнази. Бажана наявність у поліпшувачі ПАР, гідроколоїдів, соєвого борошна, солей. В умовах переробки борошна із пророслого зерна доцільно використовувати поліпшувачі, які містять аскорбінову кислоту, гідроколоїди. Небажані поліпшувачі, до складу яких входять амілолітичні ферментні препарати.

У разі приготування тіста за прискореними способами оптимальним буде поліпшувач, що містить ферментні препарати, ПАР, органічні кислоти, мінеральні солі.

14.12. Закваски-підкислювачі

Розвиток малого хлібопечення викликав необхідність впровадження прискорених технологій виробництва житніх і житньо-пшеничних сортів хліба в умовах пекарень. В силу особливостей хлібопекарських властивостей житнього борошна (підвищена автолітична активність, наявність α -амілази, значний вміст пентозанів, здатність білків необмежено набухати) при виготовленні житніх і житньо-пшеничних сортів хліба важливим технологічним заходом є підкислення тіста біологічними заквасками або підкислювачами органічної природи до pH 4,9–4,5.

За кордоном для підкислення тіста розроблено композиції підкислювачів. Їх виготовляють на основі висушених житніх заквасок, органічних кислот, лактобактерину тощо. На українському ринку пропонуються закваска Бакзауер (Німеччина) з кислотністю 350 град, Ібіс (Франція) з кислотністю 500 град.

Добавка Цитрасол (Росія) є сухою закваскою, виготовленою на основі сухої лактобактерину. Полімол (Росія) — полікомпонентна добавка, розроблена на основі натуральних кислотореагуючих продуктів.

В УДУХТ розроблена добавка-підкислювач «Ефективний» на основі оцтової, молочної кислот і солодового екстракту.

Всі підкислювальні добавки використовують разом з хлібопекарськими дріжджами. Використання добавок-підкислювачів сприяє скороченню техно-

логічного процесу приготування житнього, житньо-пшеничного хліба, позитивно впливає на якість виробів, збереження ними свіжості.

Закваски-підкислювачі виготовляються у вигляді порошоків або паст. Їх дозують у кількості від 1,5 до 3 % до маси борошна при прискорених способах приготування житнього та житньо-пшеничного хліба і 0,2–0,5 % при традиційних способах. Ці закваски покращують колір, смак і аромат хліба, виготовленого за прискореною технологією.

Контрольні питання до розділу 14

1. Дайте визначення терміну «Харчові добавки». З якою метою вони застосовуються у хлібопекарській промисловості ?
2. Яке призначення мають добавки окисної та яке — відновної дії ?
3. Обґрунтуйте поліпшувальну дію на структурно-механічні властивості тіста поверхнево-активних речовин.
4. Які вітчизняні ферментні препарати використовуються у хлібопекарській промисловості, яка їх дія на біополімери борошна в тісті ?
5. Охарактеризуйте ферментні препарати нового покоління, що поставляються інофірмами на ринок України.
6. Яка перевага використання комплексних поліпшувачів у порівнянні з окремими добавками ?
7. Охарактеризуйте роль органічних кислот як добавок у тісті.
8. Які цукрозамінники використовуються у хлібопекарському виробництві ?
9. Які підсолоджувачі використовуються у хлібопекарському виробництві ?
10. Які добавки вносять у тісто для покращання смаку і запаху готових виробів ?
11. Які прянощі використовують у хлібопекарському виробництві ?
12. Охарактеризуйте закваски-підкислювачі, які використовуються при виробництві житніх і житньо-пшеничних сортів хліба ?

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Хліб у всі часи є одним із основних масових продуктів харчування, тому удосконалення технології його виробництва, асортименту виробів, покращання їх якості, зменшення собівартості має постійно знаходитись у полі зору науковців і практиків.

На цей час в умовах України найважливішими актуальними проблемами у хлібопекарській промисловості є:

— впровадження раціональних ресурсо- і енергозберігаючих технологій виробництва хліба як в умовах високо механізованих підприємств, так і в умовах пекарень;

— технічне переоснащення діючих підприємств, оснащення сучасним обладнанням нових виробництв, що створюються при хлібозаводах, а також пекарень різних форм власності;

— покращання якості сировини, розширення сировинної бази за рахунок використання нетрадиційних видів сировини. Забезпечення виробництва високочорисними культурами молочнокислих бактерій і хлібопекарськими дріжджами з високою бродильною активністю;

— підвищення споживчої цінності хлібних виробів, надання їм властивостей функціонального продукту шляхом використання нетрадиційної сировини і біологічно активних добавок;

— удосконалення асортименту продукції. Розширення виробництва поліпшених видів хлібних виробів, збільшення випуску заварних видів житньо-пшеничного хліба, створення і впровадження у виробництво хлібних виробів для оздоровчого, профілактичного і дієтичного харчування;

— забезпечення необхідної якості продукції, що виготовляється з борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями;

— подальше вирішення проблеми подовження терміну зберігання свіжості виробів, випікання хлібних виробів із заморожених тістових заготовок, захисту їх від мікробіологічного псування, захворювання на картопляну хворобу, пліснявіння.

Має знайти активний розвиток пакування продукції, поставка у магазини нарізаного на шматки хліба в упаковці. Важливою проблемою залишається забезпечення безпеки виробів шляхом підвищення контролю якості сировини і готової продукції, уважне ставлення до проблеми застосування генетично модифікованої сировини.

Потребують вирішення екологічні проблеми хлібопекарського виробництва, науково обґрунтований контроль та облік викидів і скидів.

У ринкових умовах виробництва набуває великого значення реклама про-

дукції, особливо з оздоровчими та профілактичними властивостями, виховання у покупців культури споживання хліба.

При вирішенні проблем удосконалення всіх ланок функціонування хлібопекарських підприємств важливого значення набуває розробка і впровадження оперативних методів контролю, забезпечення виробничих лабораторій сучасним обладнанням і приладами.

Для забезпечення вирішення сучасних проблем хлібопекарської промисловості підприємства всіх форм власності мають бути забезпечені висококваліфікованими кадрами.

15.1. Раціональні технології та переоснащення підприємств

Раціональні технології виготовлення хлібних виробів мають забезпечити високу якість продукції, зменшення затрат і втрат сировини на всіх стадіях технологічного процесу, а також економію енергоресурсів. Їх розробка і впровадження базуються на використанні високоякісної сировини, хлібопекарських дріжджів з високою бродильною активністю на всіх стадіях технологічного процесу, високоефективних культур молочнокислих бактерій, застосуванні ферментних препаратів нового покоління, використанні нетрадиційної сировини і добавок, що сприяють інтенсифікації технологічного процесу. Велике значення має забезпечення оптимальних режимів замішування тіста, формування і випікання тістових заготовок. В умовах розвитку пекарень набуває важливості вирішення проблеми забезпечення їх ефективними прискореними технологіями.

Зростання і розгалуження ресторанів, кафе, інших закладів харчування потребує забезпечення споживачів свіжими хлібними виробами. Ця проблема за кордоном вирішується шляхом постачання тістових заготовок у замороженому стані з подальшим випіканням їх у закладі харчування. Тому є необхідність впровадження в Україні техніки і технології виробництва заморожених напівфабрикатів.

Технічне переоснащення хлібопекарської промисловості передбачає заміну морально і фізично застарілого обладнання: печей, агрегатів для приготування тіста, тістоформувального обладнання на більш досконалі конструкції при збереженні класичної технології приготування хліба, встановлення обладнання для дискретних способів приготування тіста, а також комплексно-механізованих ліній невеликої потужності для оброблення тіста та формування тістових заготовок при виробництві булочних і здобних виробів, у тому числі листових, для широкого кола споживачів.

В цей час в умовах конкуренції машинобудівними заводами України та інофірмами поставляється на ринок України високоефективне обладнання нового покоління: ротаційні електропечі, тістомісильні машини для інтенсивного та швидкісного замішування тіста, як в періодичному, так і безперервному режимах, вакуумні тістоподільники, лінії для булочних і здобних виробів, лінії для пакування виробів, бродильні камери тощо.

Так, Шебекинський машзавод поставляє печі тупикові — ФТЛ-2 — 66, 81, 93; Г4-ХПФ-16, 20, 21; тунельні — Г4-ПХЗС-25, ПХС-50, шафи для вистоювання

та інше обладнання. Фірма «РОСС» (Харків) поставляє конвекційні електропечі К-50, 75, 90 потужністю від 600 до 950 кг хліба за зміну, електропечі ротаційні Р-120, Р-162 потужністю 1400 і 1850 кг хліба за зміну, установки «Круасан». Ці фірми, а також ОАО «Завод УХЛ-маш» (Київ) виготовляють тістомісильні машини з різною конфігурацією мисильного органу, з діжами від 37 до 240 л, які забезпечують різну інтенсивність замішування тіста. ЗАО «Белогорье» (м. Шебекино) поставляє тістоподільники КТМ-200 з вакуумним принципом дії, тістоокруглювачі, компакту лінію для формування батонів та інше обладнання. Пропонують високопродуктивне обладнання також фірми Італії, Німеччини, Чехії та інших країн.

Великий вибір технологічного обладнання створює умови для переоснащення хлібопекарських підприємств, що забезпечує виготовлення конкурентноздатної продукції. Деякі сучасні види обладнання представлені на рис. 15.1.

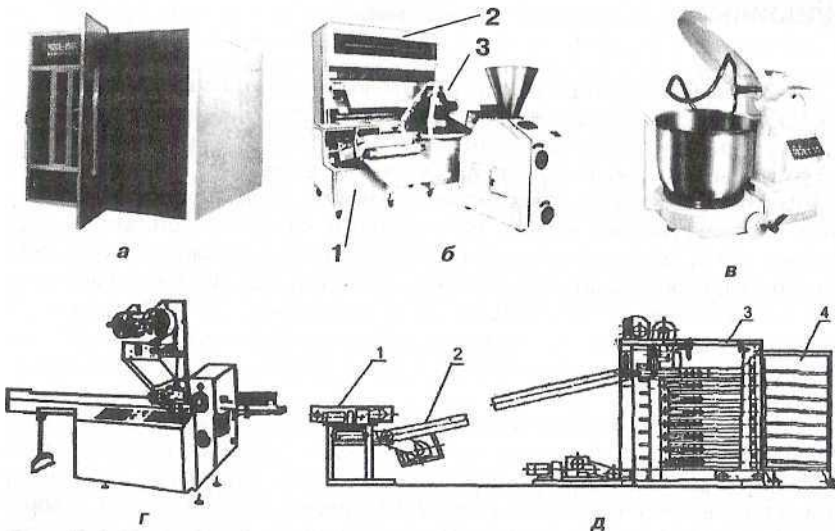


Рис. 15.1. Сучасне обладнання: а — бродильна камера; б — агрегат для формування батоноподібних виробів (1 — тістозакатувальна машина, 2 — шафа попереднього вистоявання, 3 — округлювач); в — двшвидкісна тістомісильна машина з відкатною діжою на 240 л; г — пакувальний автомат; д — агрегат для укладання подового хліба у безлоткові контейнери (1 — живильник, 2 — розподільний конвеєр, 3 — накоплювач з полицями, 4 — контейнер)

15.2. Проблеми покращання асортименту виробів

У численному асортименті продукції хлібопекарської промисловості переважають вироби з пшеничного сортового борошна, бідного на біологічно активні речовини, тому важливою проблемою є приведення його у відповідність з сучасними рекомендаціями науки щодо харчування. В асортименті хлібобулочних виробів України обмаль таких, що мають оздоровче призначення для попередження різних захворювань, підвищення захисних функцій організму від впливу негативних факторів навколишнього середовища. Майже немає виробів, що мають добавки з адсорбційними властивостями.

Таке положення зобов'язує оцінювати асортимент хлібних виробів з точки зору корисності їх для людського організму. Вирішити проблему оздоровлення асортименту хлібобулочних виробів можна шляхом створення і впровадження у виробництво масових сортів хлібних виробів оздоровчого характеру, збагачених молочними, соєвими, плодоовочевими продуктами, вітамінами, мінеральними речовинами, поліненасиченими жирними кислотами, харчовими волокнами, тобто функціональними інгредієнтами.

Важливим є удосконалення асортименту житньо-пшеничних видів хліба, збільшення виробництва поліпшених сортів, особливо заварних, які мають вищу харчову цінність, ніж пшеничні сорти. Цінність їх обумовлюється значним вмістом незамінних амінокислот, вітамінів групи В і РР. У житніх сортах хліба порівняно з пшеничними на 30 % більше заліза, вдвічі — магнію, калію; більше харчових волокон; вони довше зберігають свіжість.

Важливою проблемою є раціоналізація асортименту із врахуванням регіональних аспектів формування раціону харчування населення. Так, населення Північно-західного регіону традиційно надає перевагу житнім і житньо-пшеничним сортам хліба, а південних районів — переважно споживає пшеничний хліб, що обумовлено доцільністю споживання менш кислих сортів хліба.

Є необхідність розширення асортименту дієтичних виробів і виробів для профілактичного харчування, виробництво продукції з направлено зміненим хімічним складом, оптимальним при певному захворюванні — із зниженим вмістом вуглеводів, білків, підвищеним вмістом харчових волокон, вітамінів, йоду.

Актуальним є розроблення виробів для різних вікових груп: дітей, людей середнього і похилого віку, для людей різних професій.

До складу рецептури виробів для дітей доцільно включати препарати кальцію, вітамінно-мінеральні препарати, білкові збагачувачі, зародки пшениці тощо. Для людей середнього і старшого віку корисними є харчові волокна, висівки, борошно з суцільно змолотого зерна, метилцелюлоза, карбоксиметилцелюлоза (карбіюлоза).

Для шахтарів, металургів необхідні вироби з високою калорійністю, підвищеним вмістом білків, вітамінів, мінеральних речовин.

Для людей розумової праці необхідні вироби з нижчою калорійністю, які збагачені біологічно активними речовинами, харчовими волокнами, що зменшує вірогідність розвитку серцево-судинних захворювань, сприяє покращанню обміну речовин.

Для населення екологічно забруднених зон з різними видами забруднення — індустріальним, хімічним, радіоактивним необхідні вироби, що містять радіопротекторні компоненти, детоксиканти та імунomodulatory. Це харчові волокна, пектинвміщуючі продукти, мікрокристалічна целюлоза, морські водорості, кальційвміщуюча сировина, β-каротин, токоферол тощо. Харчові волокна завдяки високій гідрофільності та адсорбційній здатності сприяють виведенню із організму канцерогенних речовин, холестерину та інших небажаних продуктів обміну.

Актуальним є виробництво хліба, що має підвищену харчову цінність, але низьку калорійність. Це питання вирішується шляхом використання багатоконпонентних зернобобових добавок. До їх складу входять пшеничні, житні, вівсяні пластівці, насіння соняшнику, льону, кунжуту, пшеничні висівки, ферментований солод, кукурудзяна крупа, соєві боби, соєве борошно тощо. Такий хліб корисний для людей розумової праці, а також з надмірною вагою, схильних до атеро-

склерозу, серцево-судинних захворювань. Проблема розширення асортименту передбачає розробку рецептур і виготовлення хліба для тостів, виробів, зручних для закладів швидкого харчування, а також виробів з направленими смаковими якостями — до пива, до чаю тощо.

15.3. Проблема забезпечення якості хліба при переробленні борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями

Питання перероблення борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями є однією з основних проблем для хлібопекарських підприємств України. Ця проблема поглибилась після введення нової нормативно-технічної документації на борошно, яка передбачає зниження масової частки клейковини у борошні вищого сорту з 28 до 24, першого сорту — з 30 до 25, другого — з 25 до 20, пшеничного обойного — з 20 до 18 %.

У борошні зі зниженими хлібопекарськими властивостями більшою або меншою мірою пошкоджені білково-протеїназний та вуглеводно-амілазний комплекси, внаслідок чого воно має підвищену чи знижену активність протеолітичних і амілолітичних ферментів, знижені вміст клейковини та її якість. Клейковина стає нееластичною, крихкою, короткорваною або надмірно розтяжною, липкою. В умовах переробки такого борошна необхідно підсилити вхідний контроль за його якістю шляхом визначення кількості та якості клейковини, автолітичної активності й проведення пробних лабораторних випічок.

Борошно із зниженими хлібопекарськими якостями необхідно використовувати в суміші з борошном, що відповідає нормам якості, а також застосовувати технологічні прийоми і використовувати добавки, комплексні хлібопекарські поліпшувачі, що забезпечують необхідну якість готових виробів, виготовлених з такого борошна.

Борошно із слабкою, надмірно розтяжною клейковиною. Слабка за силою клейковина характерна для борошна із зерна, зараженого при дозріванні клопом-черепашкою, або свіжезмеленого, особливо із зерна нового врожаю. ІДК такої клейковини може бути більше 100 од., за розтяжністю вона може оцінюватись як довга або навіть як провисаюча. Часто клейковина, відмита з такого зерна, оцінюється як «задовільно слабка» або навіть «незадовільно слабка».

Причиною такої якості клейковини є наступне. Борошно із зерна, зараженого клопом-черепашкою, має високу активність протеолітичних ферментів внаслідок внесення їх у зерно при його ушкодженні комахою-шкідником. У свіжезмеленому борошні надмірно активні ферменти і підвищена здатність білків до атакуємості їх ферментами. Тісто з борошна зі слабкою клейковиною при дозріванні розріджується, при розробці має підвищену адгезію, тістові заготовки у вистойці розпливаються. Хліб з такого борошна має малий об'єм, незначну формостійкість, нееластичну, недостатньо розпушену м'якушку. Верхня скоринка іноді покрита дрібними, неглибокими тріщинами. У формового хліба верхня скоринка може бути плоскою.

При переробленні борошна зі слабкою клейковиною необхідно передбачити впровадження технологічних заходів, спрямованих на зниження інтенсивності ферментативних процесів гідролізу біополімерів, зміцнення клейковини, покра-

щення формостійкості тістових заготовок під час вистоювання та випікання. До таких заходів можна віднести зниження вологості опари і тіста на 1–2 % проти звичайної, обов'язкове зниження температури бродіння напівфабрикатів до 24–26 °С, збільшення дозування хлібопекарських дріжджів на 30–50 % з метою прискорення дозрівання опари та тіста. Тривалість бродіння опари особливо скорочувати недоцільно з метою накопичення в ній продуктів бродіння, а тривалість бродіння тіста можна скоротити до 20 хв.

Для укріплення клейковини рекомендується збільшити порівняно з рецептурою дозування солі до 1,8 %, частину солі, передбаченої рецептурою (25–30 %), внести у першу фазу.

Для гальмування активності протеолітичних ферментів необхідно знизити рН напівфабрикатів, підвищити кінцеву титруєму кислотність опар на 1–3 град, а початкову кислотність тіста — на 1–2 град. З цією метою доцільно використовувати поряд з пресованими рідкі дріжджі, рекомендується додавати мезофільні молочнокислі закваски, спілу опару або тісто у кількості біля 5–10 % до маси всього борошна, передбаченого на приготування тіста.

Хороші результати спостерігаються при додаванні аскорбінової кислоти у кількості 0,006–0,01 %, ферментного препарату глюкооксидази 0,002–0,007 % до маси борошна у тісті, та їх суміші, аніоноактивних поверхнево-активних речовин, молочної сироватки, комплексних поліпшувачів якості типу «Ново», «Мажимікс» та ін.

При переробленні борошна зі слабкою клейковиною тривалість вистоювання необхідно максимально скоротити. При випіканні тістових заготовок температуру в першій зоні пекарної камери доцільно підвищити на 10–20 °С для швидшого утворення скоринки, що попереджає розпливання подових виробів.

Для покращання хлібопекарських властивостей свіжезмеленого борошна в першу чергу необхідно забезпечити його відлежування. Тривалість цього процесу має бути для борошна вищого і I сорту 10, II сорту — 7, обойного — 5 діб.

Ефект покращання якості хліба із борошна зі слабкою клейковиною помітніший при застосуванні всього комплексу рекомендованих заходів. Треба мати на увазі, що із зростанням показника ІДК, який характеризує якість клейковини, ефект покращання якості хліба при застосуванні різних заходів зменшується, а при переробленні борошна з ІДК більше 115 од. приладу — стає незначним.

Борошно з короткорваною або крихкою клейковиною отримують в основному із зерна, висушеного при високій температурі. Внаслідок передденатураційного стану білків вміст клейковини у цьому борошні низький, активність ферментів також низька. Тісто з такого борошна має низьку газоутворювальну і газотримувальну здатність, погану еластичність. Хліб одержують з малим об'ємом, малорозвиною, товстостінною пористістю, блідою скоринкою.

В разі перероблення борошна з короткорваною і крихкою клейковиною технологічні прийоми повинні бути спрямовані на збільшення набухання клейковини та її пептизації, а також на інтенсифікацію процесу молочнокислого і спиртового бродіння. Це сприяє поліпшенню фізичних властивостей тіста, його розпушуванню і забезпечує підвищення об'єму хліба, пористості, дещо поліпшується колір м'якушки.

Для покращання гідrataції білків доцільно збільшити вміст борошна в опарі до 60–70 %, подовжити змішування опари і тіста, підвищити вологість опари на 1–2 %, подовжити тривалість її бродіння. Для інтенсифікації ферментативних

процесів, спиртового бродіння і кислотонакопичення тісто рекомендується готувати на рідких дріжджах. Корисно частину борошна (5–7 %) заварювати, додати ферментативно активний ячмінний солод у кількості 0,5–0,7 % до маси борошна або ферментні препарати Нейтразу — 0,0002–0,001, Фунгаміл Супер у кількості 0,010–0,015, Ліпопан — 0,001–0,003 % до маси борошна, суміш Фунгамілу і Ліпопану.

Доцільно збільшити на 50 % дозування пресованих дріжджів, додавати у тісто окрім пресованих 10–15 % рідких дріжджів, вносити мезофільну молочнокислу закваску або спілу опару. Підвищення кислотності опари та тіста сприяє покращанню набухання і пептизації білків, тісто при цьому набуває еластичності. Ефективним заходом є застосування поверхнево-активних речовин, комплексних поліпшувачів на основі ферментних препаратів, модифікованого крохмалю. Покращанню об'єму і розпушеності виробів сприяє подовження тривалості вистоювання та випікання тістових заготовок.

Борошно з підвищеною автолітичною активністю одержують в основному при наявності в помольних партіях пророслих зерен. Їх вміст може бути до 5 % при виробництві сортового борошна і до 10 % — обойного.

Борошно з пророслого зерна характеризується високою активністю амілолітичних і протеолітичних ферментів, а також поліфенолоксидази. У такому борошні активні як α -, так і β -амілаза, внаслідок цього в ньому міститься значна кількість водорозчинних речовин, у тому числі низькомолекулярних декстринів. Тісто з такого борошна швидко розріджується при бродінні, стає липким, хліб виходить з липкою, нееластичною м'якушкою темного кольору з крупною нерівномірною пористістю. Скоринка хліба має характерне червоно-буре забарвлення, іноді відшаровується від м'якушки. Смак хліба солодкуватий. Вироби з такого борошна мають розпливчасту форму. В разі використання борошна з пророслого зерна слід застосовувати технологічні заходи, які сприяють підвищенню кислотності тіста, зниженню активності ферментів, покращанню фізико-механічних характеристик тіста.

Пшеничне борошно слід переробляти опарним способом, а житнє — на заквасках. Рекомендується знижувати вологість напівфабрикатів: опари — на 2–3 %, тіста — на 1 %; доцільно підвищувати кислотність рідких опар і заквасок на 2–3 град. Для підвищення кислотності напівфабрикатів можна додавати в них КМКЗ, молочну кислоту, сирну сироватку, спілу опару, тісто в кількості 10–15 % до маси всього перероблюваного борошна.

Для покращання фізичних властивостей тіста бродіння останнього проводять при температурі 27–28 °С, збільшують на 50 % проти норми дозування пресованих дріжджів, причому частину їх вводять у тісто, додають частину солі в закваску або опару. В окремих випадках допускається збільшення загальної кількості солі проти передбаченої рецептурою до 1,8 % для хліба з сортового борошна і до 2 % — з обойного. Добрі результати дає застосування поліпшувачів окисної дії та ПАР, а також ферменту ліпази (0,001–0,003 % до маси борошна). Термін вистоювання тістових заготовок має бути зменшеним.

Борошно з пророслого зерна рекомендується використовувати для виробів малої маси, щоб заготовка в печі скоріше прогрівалась. Хліб доцільно випікати при пониженій температурі та більш тривалій час.

Запобігання потемніння м'якушки хліба із пшеничного борошна. Колір м'якушки залежить не лише від кольору борошна, але й від схильності його до потемніння. Зміна кольору борошна при приготуванні хліба пояснюється окис-

ленням вільної амінокислоти тирозину під дією ферменту поліфенолоксидази з утворенням темнозабарвлених меланінів. Підвищеною схильністю до потемніння має борошно із зерна, ураженого клопом-черепашкою. Із збільшенням кількості пророслого зерна схильність борошна до потемніння зростає. Дефектне борошно містить більше амінного азоту і активнішу поліфенолоксидазу. Про вміст вільного тирозину в борошні можна робити висновок за кількістю в ньому амінного азоту.

Для отримання хліба зі світлою м'якушкою із борошна другого сорту здатність його до потемніння за вмістом амінного азоту має бути не більше 27 мг/100 г, активність поліфенолоксидази — не вище 5 мг окисленої аскорбінової кислоти.

Для запобігання потемнінню пшеничного борошна застосовують заходи, спрямовані на зниження рН опари і тіста, що обумовлює гальмування активності ферменту поліфенолоксидази. З цієї метою використовують КМКЗ, молочну сироватку, рідкі дріжджі, доцільно до 50 % всієї солі вносити в опару.

Ефективно застосовувати хімічні поліпшувачі: перекис кальцію, аскорбінову кислоту, а також диальдегідний крохмаль у кількості відповідно 0,02; 0,01; 2 % до маси борошна і фермент ліпазу. Хімічні поліпшувачі окислюють каротиноїди борошна та уповільнюють процес протеолізу білків з утворенням вільного тирозину.

На колір м'якушки хліба впливає спосіб приготування тіста. Хліб, вироблений на рідких напівфабрикатах, має світлішу м'якушку, ніж виготовлений безопарним способом або на густій опарі. Це пояснюється тим, що менша кількість борошна контактує з водою у процесі бродіння опари. Ефективними засобами освітлення м'якушки хліба є інтенсивна механічна обробка тіста.

15.4. Проблема підвищення споживчої цінності хліба і надання йому функціональних властивостей

Хліб є одним з основних продуктів харчування. Він є джерелом вуглеводів, білків, ненасичених жирних кислот, вітамінів групи В, мінеральних речовин. Як уже відзначалось при висвітленні питання споживчої цінності хліба, маючи досить високу калорійність, хліб за хімічним складом недостатньо збалансований за життєво важливими компонентами. У хлібних виробках недостатній вміст білків. Співвідношення білків і вуглеводів складає 1:6–1:7 при оптимальному 1:4. Білки зернових неповноцінні за амінокислотним складом. Основними лімітуючими амінокислотами білків хліба є лізин, метіонін, триптофан.

При великому вмісті легкозасвоюваних вуглеводів виробки з сортового борошна містять незначну кількість харчових волокон. Власні жири борошна і хліба характеризуються високим вмістом ненасичених жирних кислот. Але кількість жирів у хлібі невелика — лише біля 1,3 %.

Хлібобулочні виробки є джерелом вітамінів групи В — тіаміну (B_1), рибофлавіну (B_2), ніацину (PP), але вітамін B_2 міститься в недостатній кількості, а у виробках з сортового борошна дуже мало вітаміну B_1 . У хлібі недостатня кількість кальцію, тому співвідношення солей кальцію і фосфору не оптимальне — 1:(2,5–5,0), при оптимальному 1:(1,5–2,0). Тобто склад хлібних виробів потребує збільшення вмісту в ньому найважливіших речовин і ступеню їх збалансованості, збагачення його біологічно активними речовинами.

Оскільки хліб є продуктом всенародного повсякденного вживання з допо-

могою регулювання його хімічного складу можна впливати на харчовий раціон і стан здоров'я людини. В умовах екологічного неблагополуччя є необхідність використання біологічно активних речовин, що мають імуномодельуючу, антиоксидантну і сорбційну дію, для надання хлібу функціональних властивостей.

Концепція здорового (позитивного або функціонального) харчування зародилась на початку 80-х років минулого сторіччя в Японії, де набули великої популярності так звані функціональні продукти, тобто продукти харчування, що містять інгредієнти, які здатні покращити фізіологічні процеси в організмі людини, підвищують його імунну систему, спроможні подовжити активний спосіб життя в складних екологічних умовах.

Функціональні продукти мають певну харчову цінність, смакові якості та направлену фізіологічну дію, на відміну від традиційних продуктів, які мають лише харчову цінність і смакові якості.

Оздоровчої дії продуктам харчування надають інгредієнти, які мають певні функціональні властивості, здатні справляти направлену дію на фізіологічні процеси в організмі людини.

За теорією А.Поттера, на цей час для надання продуктам оздоровчої дії використовуються 7 основних функціональних інгредієнтів. Такими інгредієнтами є харчові волокна (целюлоза, геміцелюлоза, пектин), вітаміни (А, Е, група В та інші), мінеральні речовини (Са, Fe, J, Se), поліненасичені жирні кислоти (рослинні олії, омега-3-жирні кислоти), антиоксиданти (аскорбінова кислота, β-каротин, альфа-токоферол), деякі олігосахариди (як субстрат для корисних бактерій), група інгредієнтів, що включає мікроелементи, біфідобактерії та інші.

Оскільки хлібні вироби є продуктами повсякденного харчування, надання їм функціональних властивостей має велике соціальне значення. Залежно від фізіологічної дії на організм, хлібні вироби можна поділити на кілька груп, *рис. 15.2*.

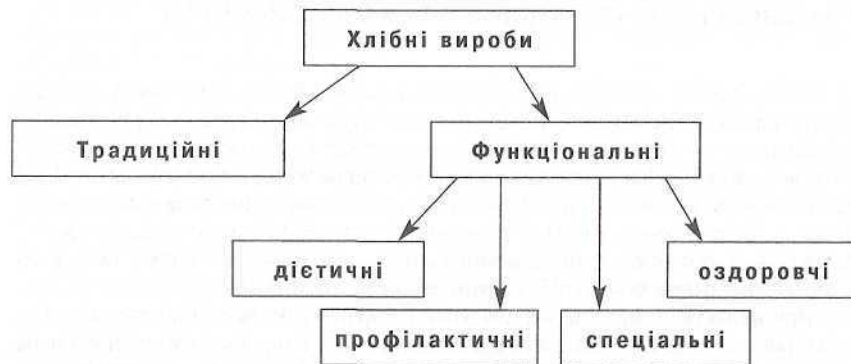


Рис. 15.2. Поділ хлібних виробів на групи залежно від їх функціональної дії на організм людини

Традиційні хлібні вироби забезпечують у тій чи іншій мірі організм людини поживними речовинами та енергією, але не справляють на нього якоїсь цілеспрямованої функціональної дії. Призначаються для масового харчування.

Дієтичні вироби справляють функціональну дію, направлену на покращання функціонування окремого органу чи організму людини в цілому. Призначаються для людей з певним видом захворювання. Наприклад, при ожирінні рекомендується вироби з підвищеним вмістом харчових волокон.

Профілактичні вироби повинні містити функціональні інгредієнти, що запобігають накопиченню в організмі, наприклад, важких металів, інших токсичних речовин, підсилюють імунітет (вироби, збагачені йодом, в зонах з йоддефіцитом). Призначаються для осіб, що проживають в екологічно несприятливій зоні чи працюють на підприємствах у несприятливих екологічних умовах.

Вироби оздоровчої дії містять функціональні інгредієнти, які підсилюють фізіологічні функції організму, зміцнюють його імунну систему, сприяють виведенню з організму токсинів, подовжують активний спосіб життя.

Вироби спеціального призначення для дітей і вагітних жінок. Ці вироби мають бути збагачені функціональними інгредієнтами, що забезпечують організм в необхідній кількості кальцієм, вітамінами тощо.

Надання виробам бажаних функціональних властивостей можна здійснити шляхом цілеспрямованої оптимізації їх хімічного складу на базі використання нових видів сировини і біологічно активних харчових добавок.

Підвищення харчової цінності хліба, надання йому функціональних властивостей здійснюється шляхом збагачення його натуральними продуктами, що містять значну кількість складових, на які хліб бідний, і в першу чергу біологічно активних речовин, а також синтетичними добавками.

Натуральні продукти мають перевагу перед синтетичними, оскільки їх складові — білки, вітаміни, мінеральні речовини знаходяться у формі природних сполук, тобто у формі, що легко засвоюється організмом. Комплексність їх хімічного складу обумовлює комплексне збагачення хліба одночасно білками, вітамінами, мінеральними сполуками, іншими важливими складовими.

Добавки, що застосовуються для підвищення харчової цінності хліба, певним чином впливають на технологічний процес і якість хліба. Так, майже всі білкові збагачувачі (сухе молоко, соєве борошно та інші) при дозуванні їх понад оптимальні норми погіршують фізичні якості тіста, об'єм і пористість хліба. За сучасними уявленнями, головна причина цього — технологічна несумісність білків різної сировини, яка проявляється тим сильніше, чим більша різномірність білків і чим триваліший контакт різних білків між собою.

Припускають, що білкові речовини збагачувача хліба взаємодіють з білками клейковини та ущільнюють її структуру за рахунок утворення нових дисульфідних зв'язків (—S—S—). Щоб уникнути цього, передбачається скорочення контакту білкових добавок з тістом, інтенсивна обробка тіста, збільшення дозування дріжджів тощо. Тому кожен добавку необхідно розглядати як з біологічної, так і з технологічної точок зору. Тобто, при використанні добавки необхідно враховувати вплив збагачувача не лише на харчову цінність виробів, а й на технологічний процес і якість готової продукції.

Для підвищення харчової цінності виробів, надання їм функціональних властивостей актуальним є застосування нетрадиційних видів сировини, багатой на білок та інші цінні речовини. Це можуть бути продукти рослинного чи тваринного походження, які раніше широко або зовсім не використовувались у хлібопеченні, чи вторинні матеріальні ресурси, наприклад, вторинні молочні продукти, соя, морські водорості, висівки, зародки пшениці, плющене зерно, солодові екстракти. Доцільним є використання різних джерел мінеральних речовин, вітамінів, вітамінно-мінеральних препаратів, поліненасичених жирних кислот, фруктових та овочевих добавок і, в першу чергу, вітамінізація борошна.

15.4.1. Молочні продукти як джерело білків, вітамінів, мінеральних речовин

Молочні продукти є найціннішими, доступними і ефективними збагачувачами хліба. У практиці найчастіше використовують пастеризоване, сухе знежирене молоко, сирну сироватку або суху підсирну сироватку. У табл. 15.1 наведено дані про вміст у молочних продуктах основних складових.

Молочні продукти багаті на білок з високим амінокислотним скором за лізином, метіоніном, триптофаном. Так, у сухому знежиреному молоці (СЗМ)

Таблиця 15.1. Хімічний склад молока і молочних продуктів

Хімічний склад	Молоко пастеризоване	Молоко сухе		Молоко згущене з цукром	Сироватка	
		незбиране	знежирене		нативна сирна	суха підсирна
Вода, %	88,5	4,0	4,0	26,5	94,1	4,0
Білки, %	2,8	25,6	37,9	7,2	1,0	12,0
Незамінні амінокислоти, мг/100 г:						
валін	163	1207	1759	453	32	440
ізолейцин	161	1327	1934	418	47	748
лейцин	276	2445	3564	338	67	850
лізин	222	1550	2259	540	60	592
метіонін	74	554	808	150	9	372
треонін	130	1159	1689	304	37	422
триптофан	43	350	435	95	7	131
фенілаланін	146	1224	1789	320	22	400
Жири, %	3,2	25,0	1,0	8,5	0,2	1,1
Вуглеводи загальні, %, в тому числі:						
лактоза	4,7	39,4	50,3	12,5	3,5	73,3
цукроза	0	0	0	43,5	0	0
Органічні кислоти, %	0,14	1,20	1,40	0,80	0,23	3,60
Зола, %	0,7	6,0	6,8	1,8	0,8	6,0
Мінеральні речовини, мг/100 г:						
натрій	50	400	500	106	40	300
калій	146	1000	1224	380	125	1400
кальцій	121	919	1107	307	60	1100
магній	14	139	156	34	7	150
фосфор	91	790	976	219	78	700
залізо	0,1	1,1	1,0	0,2	0,1	1,5
Вітаміни, мг/100 г:						
В ₁	0,03	0,20	0,30	0,06	0,03	0,21
В ₂	0,13	1,30	1,80	0,20	0,11	1,30
РР	0,10	0,70	1,20	0,20	0,14	0,82
Енергетична цінність, ккал	58	475	349	315	19	346

міститься білку в 3,6 рази, лізину — в 7,0, метіоніну — в 4,5, триптофану — в 3,2 рази більше, ніж у пшеничному борошні першого сорту в перерахунку на сухі речовини. Кальцій у СЗМ міститься у вигляді лактату кальцію, у формі, яка легко засвоюється організмом. Кальцію в молоці міститься в 41 раз більше, ніж у борошні I сорту. Співвідношення кальцій : фосфор у СЗМ складає 1:0,8, а у пшеничному борошні I сорту 1:5. Це робить можливим при використанні СЗМ покращити співвідношення кальцій : фосфор у хлібі.

Молочні продукти багаті на вітаміни. У СЗМ вітаміну В₂ в 22,5 рази, В₃ — в 6,5, а В₆ — у 1,5 рази більше, ніж у борошні.

Хліб з пшеничного борошна I сорту, виготовлений з додаванням 5 % СЗМ

містить більше білків на 10–12 %, лізину — на 38, метіоніну — на 30 %, кальцію — в 1,5 рази, а вітаміну В₂ — вдвічі, ніж хліб без СЗМ. Лактоза, що міститься в молочних продуктах, не зброджується хлібопекарськими дріжджами, але бере активну участь у реакції меланоїдиноутворення, покращуючи колір, смак і аромат виробів.

Здебільшого СЗМ додають у кількості 2–6 % до маси борошна в тісті. Внесення більшої кількості погіршує фізичні властивості тіста — воно стає липким, зменшується об'єм і пористість хліба.

Лактоза СЗМ, розчиняючись, змінює осмотичний тиск середовища, знижує зимазну і мальтазну активність дріжджів. Це призводить до зменшення газоутворювальної здатності тіста. Білки СЗМ мають високу буферність, внаслідок цього рН тіста із СЗМ не є оптимальним для ферментативних процесів.

—SH— групи білків СЗМ мають велику реакційну здатність, затримують тістоутворення, впливають на структурно-механічні властивості тіста, воно розріджується, зменшується формостійкість.

Для зменшення негативної дії СЗМ на якість хліба необхідно скоротити тривалість контакту СЗМ зі складовими тіста. Тому СЗМ рекомендується вносити під час замішування тіста, застосовувати підсилену механічну обробку його, скорочувати термін його бродіння, використовувати ферментний препарат β-галактозидазу для гідролізу лактози, збільшити дозування дріжджів, вносити лимонну кислоту.

Значно підвищують харчову цінність хліба вторинні молочні продукти: пахта; нативна, згущена, суха сирна і підсирна сироватки.

Нативна сирна сироватка містить не менше 5 % сухих речовин, у тому числі, %: 3,5 лактози, 1 білка, до 0,2 жиру, 80 мінеральних речовин молока, вітаміни. Кислотність її не повинна перевищувати 75 °Т, основною кислотою сирної сироватки є молочна — 92,5 % від загальної маси кислот. Нативну сирну сироватку додають при виробництві хліба — 10–12 %, булочних і здобних виробів — 7–10 % до маси борошна. При додаванні в борошно 20 % сироватки масова частка цукрів у хлібі збільшується на 2, незамінних амінокислот на 18, кальцію на 25–30, калію на 33–41 %. Вироби з сироваткою мають поліпшені колір, смак і аромат, об'єм та пористість, краще зберігають свіжість. Цьому сприяють органічні кислоти, білок, лактоза сироватки. Окрім того, сироватка, завдяки вмісту в ній органічних кислот, попереджає захворювання хліба на картопляну хворобу.

Сироватку можна дозувати в опару або тісто. Вона сприяє інтенсифікації технологічного процесу внаслідок внесення органічних кислот, що знижують рН середовища, і додаткових поживних речовин. Особливо ефективно застосування молочної сироватки при прискорених способах приготування тіста.

Підсирна сироватка, на відміну від сирної, має специфічний запах пропіоновокислого бродіння, який передається хлібові. Тому її краще застосовувати в згущеному стані або суху. В Україні на цей час згущена і суха сироватка не виробляються. У сухій підсирній сироватці (СПС) міститься велика кількість лактози (більше 70 % СР) і відносно мало білку (12 %), білок знаходиться у частково денатурованому стані.

Виходячи з хімічного складу СПС і специфіки впливу її складових на процеси при дозріванні тіста, СПС доцільно додавати у кількості 2–5% до маси борошна. Білки хліба з СПС характеризуються кращою збалансованістю за незамінними амінокислотами, у ньому значно підвищується вміст кальцію, вітамінів, покращується аромат, смак, подовжується термін зберігання.

Суша сирна сироватка, на відміну від підсирної, має високу кислотність. Її рекомендується додавати при опарному способі тістоприготування у кількості 0,5–1,0, а при прискорених способах — 2–3 % до маси борошна. Навіть у таких невеликих дозах вона покращує харчову цінність виробів.

У країнах Прибалтики виготовляють і застосовують у хлібопеченні згущену сирну та підсирну сироватки, іноді останню сквашують молочнокислими бактеріями. Сирну згущену сироватку, яка має кислотність 300–800 °Т, вносять у тісто в кількості 1 % за СР. Підсирну сквашену сироватку з кислотністю біля 120 °Т додають у кількості 6 % до маси борошна при виробництві булочних виробів.

Цінними добавками для підвищення харчової цінності хліба є молочно-білкові концентрати: казеїн, казецит, казеїнати, копреципітати. Молочно-білкові концентрати — це тонкоподрібнені порошки зі слабо вираженим молочним запахом. Вони містять 70–90 % білків, 1,3–2,0 % жиру, 1,2–1,3 % лактози.

Так, виробі з додаванням 5 % казеїнатів мають приємний смак і аромат, у них міститься 15,2 % білку на СР, це на 20 % більше, ніж у звичайному пшеничному хлібі. Ці добавки знижують газоутворювальну і газотримувальну здатність тіста. Це необхідно враховувати при виборі оптимальної технології виробництва хліба з молочно-білковими концентратами.

15.4.2. Білкові збагачувачі рослинного походження

До таких продуктів належать соя, горох, соняшник і бавовник, пшеничні висівки, зародки злакових рослин. Ціна їх нижча за ціну білків тваринного походження. Оскільки білки різного походження мають різну за морфологією та біологією характеристику і при сумісній переробці це позначається на якості виробів, для забезпечення високої якості хліба, що містить різні збагачувачі, застосовують спеціальні технологічні заходи. Вибір їх визначається ступенем впливу збагачувачів на якість тіста, в тому числі на газоутворювальну, газо- і формотримувальну здатності тіста, а також на його структурно-механічні характеристики.

Соеве борошно у хлібопекарській промисловості багатьох країн використовується як джерело недорогого повноцінного білку. Використання продуктів із сої дозволяє забезпечити раціональне харчування, збалансоване за білком та іншими важливими компонентами, а також сприяє виведенню із організму токсичних речовин.

Вміст білків у сої становить 36–48 %, що в 3,5–4 рази більше ніж у пшениці. За амінокислотним складом вони близькі до ідеального білку. У соєвому борошні в 2,5–3 рази більший вміст лізину ніж у пшеничному борошні. У соєвих бобах міститься до 20 % біологічно активної олії з високим вмістом поліненасичених жирних кислот (85 % від загальної кількості жирних кислот). Соя має високий вміст харчових волокон. Її полісахариди: целюлоза, клітковина, геміцелюлоза та інші — стимулюють роботу кишечника, адсорбують токсичні речовини, радіонукліди. У соєвих бобах містяться як водорозчинні вітаміни груп В і РР, так і жиророзчинні (А, Е, К). Вони також містять такі біологічно активні речовини, як фенольні сполуки, флавоноїди, сапоніни, фітостероли. Порівняно з пшеницею, у сої міститься більше вітамінів В₁, В₂, РР у 3–3,5 рази, біотину — в 10–12, кальцію, калію — в 3–4, заліза — у 5–7 разів.

На цей час для збагачення харчових продуктів із сої одержують низку продуктів, що виробляються за новими технологіями, які забезпечують відсутність у

цих продуктах антипоживних речовин. Із сої одержують незнежирене, напівзнежирене і знежирене борошно, а також концентрати, ізоляти, соєве молоко, інші продукти.

В Україні виробництво продуктів із сої тільки започатковується.

Порівняння хімічного складу пшеничного борошна І сорту і соєвого знежиреного показує, що в останньому міститься більше: білка — в 5 разів, лізину — в 11, метіоніну — в 4,4, триптофану — в 5,2, клітковини — в 17,5, калію — в 7,9, кальцію — в 10, вітаміну В₁ — у 3, В₂ — у 3 рази. Соєве борошно у кількості до 5 % замість пшеничного покращує якість виробів, зменшує їх черствіння внаслідок властивості білків цього борошна утримувати воду.

Соєве борошно рекомендується вносити в кількості 2–3 % у масові сорти хліба, 10–15 — у спеціальні сорти з підвищеною харчовою та біологічною цінністю і 20–25 % — для виробів дієтичного призначення.

При заміні 10 % пшеничного борошна соєвим якість хліба, що виготовляється за загальноприйнятою технологією, знижується, погіршується газоутворювальна і газотримувальна здатність тіста.

При використанні великої кількості соєвого борошна тісто доцільно готувати на великій густій опарі, соєве борошно вносити в тісто чи перед розробкою останнього (для зменшення тривалості його контакту з пшеничним борошном), застосовувати інтенсивний заміс.

За кордоном для збагачення хліба білками застосовуються також білкові соєві концентрати, що містять 70–80 % білків.

В Україні з сої виготовляють соєвий білково-жировий збагачувач (СБЖЗ) (НВА «Одеська біотехнологія»). Цей продукт містить, %: білків до 40, жиру — біля 30, фосфоліпідів — 5, харчових волокон — 15, характеризується підвищеним вмістом амінокислот, має сприятливий жирно-кислотний склад. Дослідженнями, проведеними в УДУХТ, встановлено, що його доцільно додавати в кількості 5–7 % до маси борошна при виробництві хлібобулочних виробів для підвищення їх харчової цінності. З метою збагачення хлібних виробів біологічно активними речовинами може бути використане соєве молоко у кількості 10–15 % до маси борошна.

Горохове борошно містить 25–30 % білків, в яких порівняно з пшеничним борошном міститься більше: лізину — в 8,5 раз, валіну — у 3, триптофану — в 2 рази. За амінокислотним складом білки горохового борошна близькі до білків м'яса і молока.

Без шкоди для якості хліба горохове борошно можна додавати у кількості 2–3 % до маси пшеничного борошна. При внесенні його в більшість кількості погіршуються структурно-механічні властивості тіста і хліба.

Для збільшення дозування горохового борошна до 10 і навіть 25 % ВНДІХП була розроблена технологія, за якою це борошно заварюють, заквашують мезофільними молочнокислими бактеріями до 9–10 град і вносять при замішуванні тіста. Тісто готують на густих опарах, застосовують подовжене замішування. Тісто розробляють без бродіння. Вистоювання і випікання проводять при звичайних технологічних режимах.

Борошно квасолеве містить у середньому 25 % білку, цінного за амінокислотним складом, і може, як і горохове, бути білковим збагачувачем при виробництві хліба. При виготовленні пшеничного хліба, без шкоди для його якості, доцільно додавати не більше 10 % квасолевого борошна.

У хлібопеченні деяких країн застосовують білкові концентрати із гороху або квасолі, які містять 80 % білків.

Цінним джерелом протеїнів рослинного походження та ненасичених жирних кислот визнано олійні культури. Так, насіння соняшнику містить 22 % білку, 64 % олії. Багато вчених вважають доцільним використання зерен соняшнику для підвищення вмісту білку в хлібобулочних виробках. Його додають у тісто самостійно або в суміші з плющеними чи екструдованими злаковими культурами. При внесенні 20 % насіння соняшнику до маси борошна вміст білків у хлібі збільшується на 6 %.

Перспективною білковою культурою є щириця (*Amaranthus L.*), урожайність її сягає 60 ц/га. Білок за амінокислотним складом унікальний. Він містить до 35 % незамінних амінокислот. Лізину в ній в 3–3,5 рази більше, ніж у білку пшениці. Жирнокислотний склад близький до складу обліпихової олії. Щириця багата на вітаміни, серед мінеральних речовин щириці є такі важливі мікроелементи, як кремній, цинк, мідь, магній.

Як показали дослідження, проведені в Українському науковому центрі радіаційної медицини, продукти з щирицею здатні зменшувати токсичний ефект радіоактивного опромінення організму. У вигляді борошна щирицю рекомендують застосовувати при виробництві хліба у співвідношенні 5–15 % щириці та 95–85 % борошна пшеничного.

Заслужує на увагу така добавка, як насіння льону. В ньому міститься білку до 24 %, жиру — до 3,5, харчових волокон — 2,7 %. Насіння може бути використане як у подрібненому вигляді, так і ціле.

Перспективність використання насіння люпину харчового як сировини для хлібопекарської промисловості визначається перш за все його хімічним складом. У ньому масова частка на суху речовину: білків 32–56 %, жиру 5–12 %, є вітаміни (тіамін, рибофлавін, фолієва й аскорбінова кислоти).

Як показали дослідження та практичне впровадження, вироби з борошном люпину мають високі структурно-механічні властивості, поліпшені смак і аромат, подовжений термін зберігання, більший вміст білків.

Шроти олійних культур також є багатим джерелом для одержання білкових продуктів з метою збагачення хліба. Дослідження у цьому напрямку широко проводяться у США, Японії, Франції.

Шроти одержують при виробництві олії способом екстракції. Основним компонентом шротів є білок. Його масова частка у шротах соняшника, бавовнику, сої складає 36–50 % на СР.

За кордоном із шротів виробляють білкове борошно, білкові концентрати та ізоляти із вмістом білку відповідно 40–50, 70–75 і 85–90 %.

Рекомендується при виробництві масових сортів хліба з пшеничного борошна вносити білкові ізоляти в кількості 2, а з житнього — 5 % до маси борошна. Об'єм хліба при їх застосуванні дещо знижується, спостерігається затемнення м'якушки внаслідок вмісту активної поліфенолоксидази.

Зародок зерна пшениці може бути важливим джерелом підвищення в хлібі вмісту білків, вітамінів, мінеральних речовин. У складі зародку в перерахунку на сухі речовини масова частка, %: білку 33–39, цукрів 21–30, ліпідів 13–19, мінеральних речовин 4–6, жиру 8–11, клітковини 2–3. За вмістом дефіцитних для хліба амінокислот лізину, метіоніну, триптофану білок зародку схожий на білок яйця. У його складі 80 % ненасичених жирних кислот (олеїнова, лінолева, ліноленова), які є для людини життєво необхідними.

Серед вуглеводів зародку немає крохмалю, приблизно на 60 % вони складаються із цукрів — сахарози і рафінози, біля 30 % сухих речовин становлять пентозани, решту — клітковина.

У зародку значно більший вміст макро- і мікроелементів, ніж у борошні, в тому числі кальцію, заліза, калію, магнію. Зародок багатий на комплекс вітамінів.

За вмістом токоферолу (12–22 мг/100 г) зародок пшениці перевищує багато харчових продуктів. У ньому міститься, мг/100 г: тіамін 1,5–2,0, рибофлавін 0,2–1,9, піридоксин 5. Це значно більше, ніж в будь-якому із сортів борошна.

За кордоном підсушений зародок у кількості 5–15 % входить в багато рецептур хлібобулочних виробів та інших харчових продуктів. Додавання зародку замість частини борошна при виробництві хліба з пшеничного борошна і суміші пшеничного та житнього інтенсифікує біохімічні процеси приготування тіста. У сирому зародку в значній кількості міститься глутатіон (0,45 % на СР). Активуючи протеоліз, він несприятливо діє на хлібопекарські властивості борошна. В результаті дії протеолітичних ферментів знижується водопоглинальна здатність, еластичність і пружність тіста. У процесі приготування тіста з метою скорочення контакту зародку з борошном його доцільно вносити у виброджене тісто перед розробкою.

Встановлено, що для покращання реологічних властивостей тіста із зародком і якості хліба доцільно вносити в тісто аскорбінову кислоту (0,007–0,01 %), глюкооксидазу.

З метою підвищення харчової цінності виробів із пшеничного борошна першого і другого сортів зародок доцільно додавати у кількості

2 %, а при виготовленні житньо-пшеничного хліба типу українського нового — 5 % замість борошна. При цьому якість виробів не погіршується, а харчова цінність їх підвищується.

Для використання зародку у вищих дозах, зокрема 5 %, його доцільно додавати у процесі приготування рідких дріжджів або в заварку замість обдирного борошна чи в мезофільні закваски.

Для збагачення виробів харчовими волокнами доцільно також використання таких зернових продуктів, як плющене зерно, екструдовані зерна пшениці, ячменю, кукурудзи, вівса.

Збагачення хліба лізином. В сучасних екологічних умовах ефективним шляхом покращання біологічної цінності білків є збагачення продуктів лімітуючими амінокислотами і, перш за все, першою лімітуючою амінокислотою — L-лізином. У багатьох країнах світу (Англія, Японія, Данія та ін.) прийняті спеціальні закони, що дозволяють використовувати препарати лізину на харчові цілі.

В Україні на Трипільському біохімзаводі шляхом мікробного синтезу одержано L-лізин монохлоргидрат харчового призначення.

Добова норма вживання лізину — 3–5 г. У добовому раціоні хліб забезпечує всього 8–18 % необхідної кількості лізину. Препарат L-лізин додавають у кількості 0,1–1,0 % до маси борошна.

Установлено, до додавання лізину в кількості 0,2–0,7 % до маси борошна підвищує харчову цінність рослинних білків до рівня молочного білку. Дослідженнями, проведеними в УДУХТі, встановлено, що оптимальною дозою L-лізину є 0,25–0,7 % до маси борошна. При збагаченні хліба L-лізином у кількості 0,25 % до маси борошна I сорту амінокислотний скор за цією амінокислотою зростає з 52,3 до 90,1 %. При вживанні 300 г хліба з пшеничного борошна I сорту, збагаченого 0,5 % лізину, забезпечення добової потреби людини в лізіні становить 31,6 проти 12,5 % у не збагаченому цією амінокислотою хлібі.

При застосуванні лізину зростає бродильна активність дріжджів, інтенсифікується процес бродіння, скорочується термін визрівання тіста, покращується

щується якість хліба, забарвлення його скоринки. У разі внесення лізину в кількості 1 % і більше до маси борошна скоринка хліба набуває гірко-присмаку, причиною цього є утворення продуктів реакції Майяра.

У процесі виробництва хліба втрати лізину складають 24,8 % у м'якущі і 72,0 % у скоринці внаслідок асиміляції його мікроорганізмами тіста та участі в реакції меланоїдиноутворення.

15.4.3. Підвищення споживчої цінності хліба шляхом використання фруктових і овочевих добавок

У плодах і ягодах містяться такі важливі для життєдіяльності людини компоненти, як прості вуглеводи, органічні кислоти, азотисті, мінеральні, дубильні речовини, вітаміни, макро— і мікроелементи, клітковина. Завдяки своєму хімічному складові ці продукти мають високу біологічну цінність.

Найпоширенішою фруктовою сировиною є продукти із яблук: соки, пюре, порошок, повидло. Ці продукти є джерелом органічних кислот, пектинів, вітамінів В₁, В₂, В₆, РР, клітковини. Порівняно з пшеничним борошном І сорту в яблучному порошок клітковини майже у 35 разів більше. Особливу цінність становлять мінеральні речовини яблук: калій, кальцій, натрій, залізо. Із мікроелементів особливий інтерес викликає залізо, яке знаходиться в доступній для засвоєння формі. У порошок із яблук міститься заліза в 12,5 разів більше, ніж у пшеничному борошні І сорту. Додання цих продуктів у хліб поряд зі збагаченням біологічно активними речовинами покращує його смакові якості, затримує процес черствіння, покращує розпушеність м'якушки, що сприяє кращому засвоєнню хліба, *рис. 15.3*.

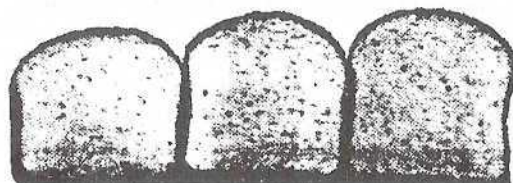


Рис. 15.3. Хліб з продуктами із яблук:
1 — без добавок; 2 — з 20% до маси борошна яблучного соку; 3 — з 15% до маси борошна яблучного пюре

Яблучні продукти можуть бути використані для виробництва пшеничних сортів хліба у кількості, що не перевищує оптимальну: яблучний сік — до 20 %, концентрований яблучний сік (СР — 70 %) — до 2,5, яблучне пюре — до 15, порошок із цілих яблук — до 5 % до маси борошна.

При визначенні параметрів технологічного процесу слід враховувати кислотність продуктів. Враховуючи, що внесення продуктів з яблук приводить до значного підвищення кислотності тіста і прискорення його дозрівання, при виборі способу тістоприготування з цими продуктами слід віддати перевагу безопарному способу.

Цінними добавками можуть бути порошки або пюре з буряків, моркви, капусти, гарбузів, топінамбуру, картопляна крупка. Внесення цих добавок в оптимальних дозах значно покращує харчову цінність хлібобулочних виробів, збагачуючи їх мінеральними речовинами, органічними кислотами, вітамінами, надає їм імунологічних і радіопротекторних властивостей.

15.4.4. Збагачення хліба вітамінами і мінеральними речовинами

Вітамінізація масових сортів хліба значно підвищує його біологічну цінність. Одним із шляхів підвищення вітамінної цінності хліба є збагачення борошна синтетичними вітамінами В₁, В₂ і РР на борошномельних підприємствах. У борошно пшеничне І і вищого сортів вносять вітаміни В₁ — 0,4; В₂ — 0,4; РР — 2 мг на 100 г борошна.

Внаслідок вітамінізації борошна вміст у хлібі вітамінів значно збільшується і при споживанні 350 г хліба з вітамінізованого борошна покриття добової потреби людини у вітамінах В₁, В₂ і РР становить відповідно 82,0; 52,9 і 50,5 %.

У *табл. 15.2* наведені дані з вітамінізації пшеничного борошна у різних країнах.

Таблиця 15.2. Рекомендовані добавки вітамінів у різних країнах для збагачення пшеничного борошна

Країни	Добавка на 1 кг борошна, мг			
	В ₁	В ₂	РР	D
Бразилія	4,5	2,5	—	—
Канада	4,18	2,42	3,44	—
Чилі	4,3	1,3	13,0	—
Данія	5,0	5,0	—	—
Англія	1,82	—	8,64	—
Швеція	2,0	1,2	23,0	—
США	4,18	2,42–2,53	30,14	550–2200

Вітамінізація борошна в Україні не проводиться. На цей час ряд іноземних фірм поставляють в Україну вітаміни у вигляді вітамінно-мінеральних сумішей або композицій тільки з вітамінів різного складу.

У преміксах вітаміни знаходяться в мікрокапсульованому вигляді та в стійких хімічних формах, що забезпечує високу ступінь збереження їх у процесі випічки. Так, премікс 986 (фірма «Хоффманн-Ля Рош» Швейцарія — Австрія) містить вітамін Е, В₁, В₂, В₃, РР, В₆, В₁₂, фолієву кислоту, біотин, аскорбінову кислоту. Наповнювачем у цій суміші є лактоза. Рекомендовано дозування цього преміксу в хлібопродукти 0,24 г на 100 г виробів.

Як свідчить склад вітамінів цього преміксу, він може бути цінним вітамінним збагачувачем хліба. Хліб, збагачений комплексом вітамінів, що містяться у преміксі 986, забезпечує добову потребу людини у вітаміні Е на 92,7 %; В₁ — на 73,3 %; В₂ — на 67,8 %; В₆ — на 54,2 %; РР — на 80,6 %, фолієвій кислоті — на 43,6 %. Виробляються також премікси, які нарівні з вітамінами містять мінеральні речовини.

Вітамінізація виробів покращує їх імуномодельючу дію в організмі людини.

Останнім часом велика увага приділяється β-каротину (провітаміну А) як активним антиоксиданту, що підвищує імунну систему організму, запобігає ряду захворювань. Препарати β-каротину рекомендуються також для покращання споживацьких властивостей, збільшення терміну зберігання виробів. Добова доза його 5–7 мг. Для збагачення хліба провітаміном А використовують розчини β-каротину мікробіологічного в олії з концентрацією 0,1 % — «Каролін» або 0,2 % — «Каренол», а також водорозчинний β-каротин з концентрацією 0,25 чи 2,0 %.

Фірма «Хоффман-Ла Рош» поставляє в Україну препарати β-каротину — «Ветерон» 10 %-ий, CWS. Це гранульований порошок червоно-коричневого кольору, покритий матрицею. Препарат розчиняють у воді у співвідношенні 1:(10–100). Він чутливий до оточуючого середовища, тому після розкриття упаковки його необхідно в короткий термін використати.

При розробці рецептур на виробі з β-каротином необхідно враховувати, що добова потреба організму людини у вітаміні А становить 1 мг. За активністю 1 мг β-каротину відповідає 0,17 мг вітаміну А, тобто для покриття її необхідно приблизно 6 мг β-каротину. Рекомендована добова доза вітаміну А, який надходить в організм з дієтичними виробами, — 2,5–4 мг. У перерахунку на β-каротин вона становить 15–25 мг/добу. Треба також мати на увазі, що β-каротин інтенсивно забарвлює м'якушку хлібобулочних виробів у яскравий жовтий колір, і це лімітує внесення бажаної дози препарату.

Добавками, що покращують смакові якості виробів і підвищують їх харчову цінність, можуть бути солодові концентрати, які виробляє Київський завод солодових екстрактів. Сировиною для їх виробництва є солод ячменю, жита і несолодкована сировина. Основна цінність їх полягає в тому, що у процесі проростання зерна накопичуються біологічно активні речовини. Вміст сухих речовин у концентратах 68–77 %. Вони містять до 50 % цукрів, вітаміни групи В, С, РР, мінеральні речовини (калій, кальцій, магній), органічні кислоти, декстрини, амінокислоти. Внаслідок свого складу вони надають виробам специфічний приємний запах і смак, що притаманні заварним сортам хліба, значно затримують його черствіння.

У практиці закордонного хлібопечення є досвід збагачення хлібних виробів мінеральними речовинами, а саме — кальцієм, залізом, магнієм, йодом. Так, у Великобританії з метою збагачення хліба кальцієм, у нього додають харчову крейду, яка містить до 98 % карбонату кальцію, в кількості не менше 235 і не більше 390 мг на 100 г борошна. Внесений кальцій засвоюється лише на 16–17 %.

Є розробки, які свідчать про те, що можна підвищити засвоєння кальцію до 37,8 %, якщо крейду вносити у спеціальну молочнокислу закваску, в якій 50–70 % кальцію крейди переходить у форму лактату кальцію, що легко засвоюється.

Є наукові розробки, які пропонують збагачувати хліб глюконатом кальцію — кальцієвою сіллю глюконової кислоти. Глюконат кальцію рекомендується вносити в кількості 0,3–0,5 % до маси борошна. Вміст кальцію в хлібі при цьому збільшується з 30 до 60 мг на 100 г. У таких дозах внесення цієї добавки сприяє покращанню якості виробів.

У виробі для лікувального харчування доцільно вносити глюконат кальцію до 5 % до маси борошна, але об'єм і пористість хліба в цьому випадку значно знижуються.

У США 85–90 % всього пшеничного сортового хліба збагачується залізом у вигляді розчинних солей. Організм людини краще засвоює сульфат заліза. Вміст заліза в 100 г борошна підвищують до 3,5–4,4 мг. Рівень засвоєння заліза із хліба низький і складає у здорових людей 2,5–3 %, в осіб із дефіцитом заліза — 3,1–16,9 %.

При споживанні виробів з обойного борошна, яке містить біля 4 мг заліза на 100 г, збагачення хліба цим елементом не актуальне.

Деякі дієтологи заперечують необхідність збагачення хліба залізом, побоюючись ускладнень в організмі, що можуть виникнути при перевантаженні цим елементом.

Є наукові розробки із збагачення зернових продуктів сполуками магнію. Рекомендується додавати 1360–1400 мг Mg^{2+} на 1 кг борошна у вигляді солі $Mg_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$.

В Україні збагачення хліба хімічними препаратами не проводиться. На цей час основним збагачувачем хліба кальцієм є молочні продукти.

У хлібопеченні практикується збагачення хлібних виробів йодом. Це необхідно в районах, де вода і продукти містять недостатню його кількість. Збагачення масових сортів хлібних виробів здійснюється шляхом додавання в борошно 0,00026 % йодиду калію (KI), використання йодованої солі, яка містить 40 мг йодату калію (KJO_3) на 1 т. Останнім часом деякі дріжджезаводи Росії пропонують йодовані хлібопекарські дріжджі. При додаванні йодиду калію витрати його у процесі виробництва хліба складають 40–60 %.

Значним джерелом йоду для людини є хлібні виробі з борошна високих виходів, молоко. У молочних продуктах йод міститься у зв'язаному з казеїном вигляді, ферментом дейодіназою відщеплюється від білку і добре засвоюється організмом.

Науково-виробниче підприємство ООО «Медбіофарм» (Росія) розробило новий йодвміщуючий препарат «Йодказеїн», який рекомендується як добавка у виробництві харчових продуктів, у тому числі й хлібобулочних виробів.

Багатим джерелом йоду, інших мінеральних сполук, вітамінів, харчових волокон є морські водорості.

У хлібопекарській промисловості застосовують водорість ламінарію (морська капуста). Із неї готують порошок, який містить йоду не менше 0,2 %, золи не більше 30 %. Додають у кількості 0,1–0,2 % до маси борошна. 100 г житнього і пшеничного хліба з 0,2 % морської капусти до маси борошна містить в середньому 0,14 мг йоду, що забезпечує добову потребу організму в цьому мікроелементі.

Існує рецептура на хліб з пшеничного борошна і висівки з додаванням 2 % морської капусти і лецитину для лікувальних цілей.

У морській акваторії України ростуть водорості цистозіра і зостера, які за своїм хімічним складом не поступаються ламінарії.

Дослідженнями, проведеними в УДУХТ, з'ясовано, що ці водорості доцільно застосовувати в кількості 2–3 % до маси борошна з метою збагачення хліба біологічно активними сполуками.

Перспективною добавкою з профілактичними властивостями є прісноводна синьо-зелена водорість спіруліна. Вона містить значну кількість вітамінів, у тому числі β-каротин і токоферол, має цінний мінеральний склад, містить селен, калій, йод. При виготовленні хлібобулочних виробів доцільно добавляти 2 % спіруліни. Вироби з водоростями знижують здатність організму до накопичення цезію 137, прискорюють виведення його з організму на 24 %.

15.4.5. Збагачення хліба харчовими волокнами і ентеросорбентами

Пшеничні висівки є порівняно недорогим джерелом білкових і мінеральних речовин, а також вітамінів, порівняно з борошном мають нижчу калорійність.

Добова потреба людини в харчових волокнах становить 24 г, за деякими джерелами — 40–70 г. Харчові волокна є сорбентом, вони зв'язують у кишечни-

ку і виводять з організму токсичні продукти харчування, радіонукліди, важкі метали. Хліб вважається джерелом харчових волокон, коли містить їх не менше 5 %.

Доступною сировиною для збагачення хліба харчовими волокнами є пшеничні висівки. Висівки на 50 % складаються із харчових волокнистих речовин — клітковини, геміцелюлози, лігніну, пектину, які покращують роботу шлунково-кишечного тракту, запобігають ожирінню, виводять з організму токсичні речовини, що утворюються при нормальному обміні речовин і надходять з їжею. При додаванні висівків у хлібобулочних виробів збільшується вміст баластних речовин, ненасичених жирних кислот, вітамінів групи В, токоферолів, а також макро- і мікроелементів. Радіобіологічні дослідження показали, що клітковина злакових має унікальну здатність адсорбції радіонуклідів та їх виведення з організму людини.

Виробництво хліба з висівками одержує в цей час все більше розповсюдження. У Німеччині, наприклад, у дієтичні вироби додають від 7 до 15 % пшеничних висівків з метою зниження калорійності, збільшення вмісту харчових волокон. У Великобританії виробляють низькокалорійні хрумки хлібці з додаванням пшеничних висівків 50-90 % до маси борошна.

В Україні також використовують висівки для виробництва деяких дієтичних виробів. Це хліб білково-висівковий, хлібці молочно-висівкові. Але застосування висівків поряд з покращанням функціональних властивостей виробів призводить до погіршення їх смаку, зовнішнього вигляду, стану м'якучки. Тому вважається за доцільне для збагачення хліба харчовими волокнами готувати борошно з цілнормального зерна, подрібнювати висівки до тонкодисперсної маси, застосовувати препарати геміцелюлози. Ці заходи дозволяють не лише покращити смакові якості хліба, збагаченого харчовими волокнами, а й підвищити засвоєння складових висівків.

Окрему групу речовин, що збагачують хліб харчовими волокнами, становлять ентеросорбенти, застосування яких спрямоване на зв'язування і виведення із організму радіонуклідів, і серед них — ентеросорбенти на основі природних полімерів: пектинів, альгінатів, еламіну.

Пектин належить до класу нецелюлозних полісахаридів, що не розщеплюються ферментами кишечника і мають властивості гідрофільних колоїдів. Пектини володіють імуномодельючими і радіопротекторними властивостями і розглядаються як біологічно активна добавка для виробництва лікувальних продуктів харчування.

Пектини функціонують як м'які сорбенти, що здатні утворювати нерозчинні комплексні сполуки з солями металів, адсорбувати токсичні речовини, включаючи екзо- і ендогенні канцерогени.

Комплексоутворювальна здатність пектину залежить від ступеню етерифікації його карбоксильних груп. Більшу комплексоутворювальну здатність мають пектини низькоетерифіковані. Це обумовлює використання їх для виведення з організму важких і радіоактивних металів. Профілактична доза пектину становить 2-4 г на добу для дорослих і 1-2 г для дітей.

Промисловість виробляє яблучний, буряковий, цитрусовий пектини. Буряковий пектин характеризується найменшим ступенем етерифікації карбоксильних груп (36,4 %) і більшою здатністю до комплексоутворення. Так, для зв'язування 1 мг свинцю необхідно 61 мг яблучного пектину зі ступенем етерифікації 74,2 або 37 мг бурякового. У бурякового пектину комплексоутворювальна здатність майже вдвічі більша, ніж у яблучного.

При розробці рецептур на вироби профілактичного призначення пектини доцільно додавати у кількості 2 % до маси борошна.

Альгінати натрію і кальцію одержують з морської водорості ламінарії. З неї ж одержують і препарат еламін. У складі еламіну 9 % білків, 2 % клітковини. Як альгінати, так і еламін є радіозахисними і йодвміщуючими добавками. Ці препарати збагачують хлібні вироби макро- і мікроелементами, вітамінами, амінокислотами, клітковиною, що містяться у морській капусті.

Рекомендується альгінати калію і кальцію вносити у тісто в кількості 2 %, еламін — у кількості 2-2,5 %. Добова профілактична доза еламіну для дорослих становить 4-6 г, для дітей — 2-4 г.

За кордоном (США, Японія) для надання хлібним виробам певних функціональних властивостей використовують мікробні екзополісахариди ксантан, поліміксан та інші.

В Україні технологія мікробних полісахаридів розроблена Інститутом мікробіології та вірусології Національної академії наук.

У складі полісахаридів містяться вуглеводів 43-72, білків 3-8, золи 1,8-3,5 %. Вуглеводи представлені здебільшого пентозами, глюкозою, уроновою кислотою. За молекулярною масою, в'язкістю розчинів, водопоглинальною здатністю, комплексоутворенням вони значно перевершують пектини. При їх використанні хліб поповнюється харчовими волокнами, набуває детоксологічних властивостей.

Оптимальною дозою полісахаридів при виробництві хліба є 0,5-0,7 %. Тісто з полісахаридами має підвищену водопоглинальну здатність, покращуються його структурно-механічні властивості.

Для поповнення хліба харчовими волокнами і надання йому детоксичних властивостей використовують також полісахариди хімічного синтезу. Це розчинні ефіри целюлози: метилцелюлоза, натрієва сіль карбометилцелюлози (карбіюлоза). Вони мають здатність утворювати нерозчинні комплекси з солями полівалентних важких металів і радіонуклідами.

15.4.6. Пекарські полікомпонентні суміші

В екологічно несприятливих умовах актуальним є випуск хліба з підвищеною харчовою цінністю і низькою калорійністю, високим вмістом харчових волокон. З цією метою у світовій практиці хлібопечення виготовляють пекарські полікомпонентні суміші. Це композиційні суміші на основі пшеничного борошна з цільного зерна, до складу яких входять пшеничні, житні, вівсяні пластівці, насіння соняшнику, льону, кунжуту, пшеничні висівки, солод, кукурудзяна крупка, продукти переробки соєвих бобів, пшеничні зародки, композиції вітамінів, аскорбінова кислота, ферментні препарати або інша сировина, іноді суха закваска. Одним із важливих компонентів пекарських сумішей є харчові волокна.

Застосування вказаних сумішей дає можливість значно розширити асортимент хлібних виробів, надати їм оздоровчих властивостей.

Хліб, виготовлений з композиційних сумішей, корисний хворим на діабет, атеросклероз, гіпертонію і ряд інших хвороб.

Композиційні суміші на цей час виробляють такі зарубіжні фірми, як «Бакаральдрін» (Австрія), «Ірекс» (Німеччина), «Супер Бейк» (Голландія) та інші.

Хліб з цих сумішей виготовляють в основному однофазним способом із за-

стосуванням підвищеної кількості дріжджів і поліпшувачів. Зернові багатокомпонентні суміші забезпечують ефективну оздоровчу дію виробів, виготовлених на їх основі, та подовжений термін зберігання ними свіжості.

15.5. Проблема забезпечення населення свіжим хлібом

Подовження тривалості свіжості хлібних виробів є однією з актуальних проблем хлібопечення. Причини черствіння хлібних виробів та основні технологічні заходи, спрямовані на подовження тривалості збереження хлібними виробами свіжості, викладені в розділі 9. Всі вони не досить ефективні.

На цей час з метою забезпечення населення свіжим хлібом набуває все більшого поширення виготовлення заморожених тістових заготовок і випікання їх у місцях споживання, збереження випеченого хліба в замороженому стані та розморожування (дефростація) його перед відправленням споживачу, пакування виробів у плівки, що затримують усихання виробів, організація магазинів з продажу хлібних виробів при хлібопекарських підприємствах, пекарнях.

У новому баченні представляється роль ферментів нового покоління в збереженні хлібом свіжості.

Заморожування хліба. Одним із ефективних способів збереження свіжості виробів тривалий час є їх заморожування. Для заморожування і зберігання виробів на хлібо заводах встановлюють холодильні камери. Охолоджені після випікання вироби укладають в лотки на вагонетки і направляють у холодильну камеру. Заморожування здійснюють при температурі від -20 до -30 °С. Заморожені вироби зберігають при температурі від -15 до -20 °С. При цій температурі добре зберігається свіжість хліба.

Розморожують вироби у хлібосховищі при температурі оточуючого середовища або гарячим повітрям у спеціальних шафах, хлібопекарських печах, струмами високої частоти та іншими засобами. Вважається, що оптимальною температурою для розморожування хліба є 50 °С. При цій температурі не відбувається відчутних змін у м'якушці хліба.

При зберіганні хліба в замороженому стані значно зменшуються втрати на усихання. Щоб запобігти глибоким змінам у біополімерах хліба, його не рекомендується зберігати в замороженому стані довше 10 діб. Розморожені вироби практично зберігають якості свіжих.

За кордоном частіше використовується заморожування дрібноштучних булочних і здобних виробів, які швидше, ніж хліб, черствіють.

Заморожування хлібних виробів пов'язане із значними капітальними затратами і характеризується суттєвою енергоємністю.

Виготовлення хлібобулочних виробів із заморожених тістових заготовок. У країнах з розвиненими технікою і технологією в хлібопекарській промисловості широко впроваджується технологія виготовлення виробів із попередньо заморожених тістових заготовок. Ця технологія базується на уповільненні чи тимчасовому припиненні життєдіяльності мікроорганізмів у тісті при його охолодженні, що обумовлює можливість зберігання тістових заготовок від кількох днів або тижнів до 3–5 місяців. За цією технологією виготовляють в основному дрібноштучні булочні та здобні вироби.

Заморожені тістові заготовки випускають спеціалізовані хлібозаводи. Перед відправленням до пекарні чи іншого споживача їх упаковують у поліетиленові пакети, після чого — в картонні коробки і завантажують у холодильну камеру машини для транспортування до споживача. Спеціальними машинами з холодильниками їх постачають до пекарень, ресторанів, кафе, шкільних буфетів, де вони розморожуються і випікаються. Так, у Канаді із заморожених тістових заготовок виробляють більше 120 видів хлібобулочних виробів. Біля 63 % всіх пекарень працюють на замороженому тісті. Вони обладнані морозильними камерами для зберігання запасу заморожених тістових заготовок на 5–7 днів, електрошафами для їх вистоювання і випікання. Заморожені тістові заготовки поставляються на відстані до 6 тис. км у пекарні або спеціалізовані магазини, універсами тощо. При цьому ефективніше використовуються транспортні засоби, бо об'єм заморожених тістових заготовок утричі менший за об'єм готових виробів.

За даними канадських спеціалістів збільшення витрат при виготовленні виробів із замороженого тіста складає 12–15 % вартості аналогічної продукції хлібозаводів.

В Україні впровадження виготовлення заморожених тістових заготовок затримується з причини відсутності вітчизняної морозильної техніки та іншого обладнання, необхідного для цього.

Пакування хлібних виробів є найбільш економічним заходом подовження тривалості збереження хлібом свіжості, зменшення затрат на усихання, поліпшення санітарно-гігієнічних умов зберігання і транспортування продукції.

Для пакування використовують папір або полімерні плівки. Вибір пакувального матеріалу залежить від виду виробів, тривалості та умов зберігання. Пакувальний матеріал має відповідати санітарно-гігієнічним вимогам, бути технологічним, стійким до дії мікроорганізмів.

З паперів для пакування здебільшого застосовується пергамент, підпергамент і пергамін, що мають властивості водо- і жиронепроникливості. Ці папери застосовують в основному при пакуванні здобних сухарів, соломки, хлібних паличок.

Целофан використовують для пакування виробів з вологістю не більше 15 % (печиво, пряники, кукурудзяні палички тощо). Цей пакувальний матеріал стійкий до жирів, має низьку газопроникливість, але високу гігроскопічність, тому упаковані в нього вироби з підвищеною вологістю висихають, а сухі при збереженні в умовах підвищеної вологості повітря зволожуються. Целофан не підлягає термозварюванню.

Плівки з поліетилену низької щільності мають високу еластичність, морозостійкість (до -70 °С), термостійкість (до 60 °С), водостійкі, паронепроникливі, легко термозварюються. Але ці плівки мають низьку міцність, проникливі до повітря, тому при пакуванні виробів з високим вмістом жиру останній швидко окислюється, продукт псується. Ця плівка широко застосовується для пакування хлібних виробів, харчових концентратів тощо.

Плівки з поліетилену високої щільності, а також плівки з поліпропілену мають кращу міцність, меншу газопроникливість порівняно з плівкою з поліетилену низької щільності. Ці плівки більш термостійкі, але плівку з поліпропілену не можна використовувати при виготовленні замороженого тіста. Вона морозостійка лише до температури біля мінус 15 °С.

Для пакування виробів під вакуумом рекомендується плівка типу САРАН —

сополімер полівінілхлориду з сполукою — вініліденом. Вона водо— і ароматоне-прониклива. Застосовуються й інші види плівок, а також фольга, фольга в комбінації з папером, плівкою.

Для склеювання пакувальної тари використовують клеї природного походження — казеїновий, альбуміновий, крохмальний, декстриновий та інші, а також мінерального чи хімічного походження — силікатний, з синтетичних смол, целюлози та інші. Всі пакувальні матеріали та клеї, що використовуються у хлібопекарській промисловості, повинні відповідати основним гігієнічним вимогам, бути непроникливими для парів і газів, безпечними для здоров'я людини.

Пакуванню можуть підлягати формові та подові вироби з житнього, житньо-пшеничного або всіх сортів пшеничного борошна, а також булочні, здобні вироби, якщо за якістю відповідають вимогам нормативної документації.

Але вироби з пшеничного борошна з терміном зберігання 5–7 діб повинні мати кислотність не нижчу за 2,5 град, а з терміном зберігання 2–4 доби — не нижчу за 2,0 град для зменшення ризику захворювання на картопляну хворобу.

Вироби, що пакуються, можуть бути нарізані на шматки.

Перед пакуванням вироби мають бути охолоджені, але пакування зовсім холодного хліба, який вже втратив значну кількість вологи при остиганні, недоцільне, бо такий хліб швидко черствіє.

Експериментальним шляхом встановлені та рекомендовані такі оптимальні терміни витримки при пакуванні для виробів з житнього і житньо-пшеничного борошна масою 0,7–1,0 кг — 90–120 хв для формового хліба і 80–100 хв для подових виробів; для булочних виробів масою 0,3–0,5 кг — 60–70 хв.

Дрібноштучні вироби масою 0,05–0,2 кг остигають протягом 20–40 хв після виходу з печі. Організувати їх пакування в оптимальний термін не завжди можливо. Тому перед пакуванням рекомендується їх витримувати у невеликих камерах для охолодження або в лотках, накритих плівкою.

На ділянці цеху, де проводиться пакування виробів, доцільно встановити бактерицидні лампи для зменшення інфікованості повітря плісневими грибами. Опромінення необхідно проводити кожну добу протягом 1–2 год.

15.6. Мікробіологічне ушкодження хліба і заходи по його запобіганню

Зерно пшениці та жита заражається різними мікроорганізмами ще на конені. Під час помелу зерна мікроорганізми потрапляють у борошно, тому воно практично завжди може бути інфіковане ними. Деякі мікроорганізми набувають розвитку в хлібі і роблять його непридатним для вживання. Найчастіше псування хліба викликають збудники картопляної хвороби, пліснявіння, крейдяної хвороби або почервоніння м'якушки.

Картопляна хвороба хліба. Характер цієї хвороби був уперше встановлений Лораном у 1885 р. Збудниками картопляної хвороби є спороутворюючі бактерії *Bacillus subtilis*. Це дрібні рухливі палички із ледве закругленими кінцями, розміщені поодиноці або ланцюжками. Довжина бактерій 1,5–3,5 мкм, товщина 0,6–0,7 мкм. Спори цих бактерій дуже стійкі до нагрівання, переносять кип'ятіння протягом 6 год, гинуть лише при температурі 130 °С. Тому в м'якушці

хліба вони зберігають життєздатність, а при охолодженні та зберіганні виробів проростають і викликають псування останніх.

Оптимальна температура розвитку картопляної палички 37–40 °С, але вона добре розвивається і при 25–30 °С. Тому захворювання хліба на картопляну хворобу спостерігається в основному влітку.

Оптимальною зоною рН для розвитку цих мікроорганізмів є від 5 до 10. Суттєво загальмувати її можна тільки при рН 4,8–4,5. Отже, картопляною хворобою хворіють в основному пшеничні вироби. Житні вироби ніколи не хворіють.

Бактерії *Bacillus subtilis* містять активні амілолітичні та протеолітичні ферменти, тому в результаті їх життєдіяльності в хлібі накопичуються продукти гідролізу крохмалю, які надають йому липкості, й продукти гідролізу білків, що обумовлюють різкий специфічний запах зараженого хліба.

Вважається також, що неприємний запах захворівшого хліба пов'язаний зі збільшенням у ньому вмісту діацетилу та ізовалеріанового альдегіду, фурфуролу.

Внаслідок ферментативного розкладання крохмалю і білків у хлібі зростає вміст водорозчинних сухих речовин. Інтенсивність їх накопичення залежить від температури і терміну зберігання виробів.

О.П.Демчук установлено наступне, рис. 15.4. При температурі 37 °С розмноження і біохімічна активність бактерій в однаковій мірі інтенсивні, при 16 °С бактерії не розвиваються зовсім. При зниженні температури хліба з 37 до 25–30 °С нарівні зі значним гальмуванням ферментативної активності функція розмноження бактерій значна. Тому влітку черствий хліб, що не має ознак захворювання, при його повторній переробці є джерелом інфекції й може бути причиною виникнення захворювання.

Окрім підвищеної температури зберігання і низької кислотності виробів, розвитку хвороби сприяє їх висока вологість. Тому в жаркий період року при зберіганні швидко захворюють вироби з пшеничного сортового борошна, що мають вологість, вищу за 40 %, і кислотність меншу 5 град.

У розвитку хвороби розпізнають чотири стадії. Спочатку спостерігається незначне потемніння м'якушки і легкий сторонній запах. Далі запах стає відчутнішим, при розламуванні хліба з'являються тонкі нитки — це слабка стадія ураження картопляною хворобою. Пізніше, при середньому ступені захворювання, м'якушка набуває липкості, а при сильному — стає ослизненою з неприємним запахом гниття.

До основних причин захворювання хліба належать сильне зараження борошна спорами внаслідок недостатньої очистки і миття зерна перед помелом; вторинна переробка зараженого бракованого і черствого хліба; порушення технологічного режиму переробки борошна, інфікованого спорами збудника кар-

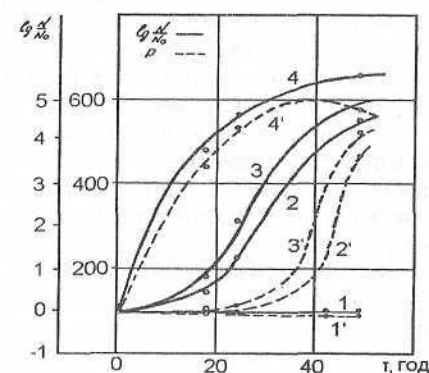


Рис. 15.4. Швидкість розмноження $lg \left(\frac{N}{N_0} \right)$ і біохімічна активність P ($---$) *Bac. subtilis* у хлібі при різній температурі його зберігання, °C і t' — 16; 2 і $2'$ — 25; 3 і $3'$ — 30; 4 і $4'$ — 37

топляної хвороби; інфікування обладнання і приміщень при переробленні зараженого борошна; оптимальний для розвитку картопляної хвороби режим зберігання хліба на підприємстві, у торговельній мережі або у покупця.

На борошномельних і хлібопекарських підприємствах ступінь зараження борошна бактеріями *Bacillus subtilis* та їх спорами визначають методом пробної випічки. Зразок випеченого хліба охолоджують до 18–22 °С, після чого загортають у пористий папір, гарно змочують водою, вкладають у поліетиленовий пакет і кладуть у термостат з температурою 37–40 °С. Через 24 і 36 год зразки хліба розрізають ножем і органолептично визначають відсутність чи наявність картопляної хвороби: специфічний запах, липкість, темні плями.

Чим вища ступінь зараження борошна, тим швидше розвивається захворювання.

У посвідченні про якість борошна, що видається борошномельним підприємством, мають бути зазначені результати перевірки борошна на зараженість картопляною хворобою у такому формулюванні:

- не виявлена зараженість картопляною паличкою через 24 год;
- виявлена зараженість картопляною паличкою через 24 год;
- виявлена зараженість картопляною паличкою через 36 год.

Показник «картопляної хвороби» хліба не є бракеражним для борошна.

Заходи щодо запобігання захворюванню хліба картопляною хворобою мають бути спрямовані на пригнічення життєдіяльності збудника хвороби в хлібі, а також на ліквідацію осередків зараження шляхом дезинфекції. Велике значення має також рання діагностика захворювання, що обумовлює своєчасний вибір оптимального способу переробки зараженого борошна.

При виявленні захворювання картопляною хворобою виробів із борошна вищого та першого сортів через 24 і 36 год його рекомендується використати для приготування сухарних, бубличних, булочних виробів масою не більше 0,2 кг. Пшеничне борошно другого сорту доцільно використовувати для приготування житньо-пшеничних сортів хліба, обойне — для приготування українського та інших сортів хліба.

Способи пригнічення розвитку *Bacillus subtilis* у хлібі ґрунтуються на їх біологічних особливостях, а саме — на чутливості до рН середовища. Для боротьби з картопляною хворобою застосовують біологічні способи підвищення кислотності тіста або додають хімічні речовини.

Якщо борошно, заражене картопляною паличкою, використовують для приготування хлібобулочних виробів, необхідно підвищувати їх кислотність на 1 град проти норми, що встановлена стандартом. Як підкислювачі рекомендують застосовувати: опару, що вибродила, або тісто з кислотністю 4–6 град у кількості 5–10 % до маси борошна; рідкі дріжджі в кількості 25–30 % до маси борошна залежно від способу приготування тіста; мезофільні закваски з кислотністю 25–28 град, виготовлені на чистих культурах *L. fermenti*-27, 4–6 % до маси борошна, або концентровані молочнокислі закваски з кислотністю 16–18 град, виготовлені на чистих культурах, у кількості 4–6 % до маси борошна; згущену молочну сироватку кислотністю 450–500 °Т у кількості 2–5 % до маси борошна; пропіоновокислу закваску кислотністю 12–14 град у кількості 4–6 % до маси борошна, підкислювач «Ефективний 2» у кількості 2 % до маси борошна. Останній розроблений в УДУХТ. До його складу входять молочна, оцтова кислоти і солодовий екстракт. Виробляє його Київський завод солодових екстрактів.

Із хімічних засобів ефективно додання оцтової кислоти в кількості 0,1–0,2 % (у перерахунку на 100 % кислоту) або оцтовокислий калій — 0,2–0,3 % до маси борошна; пропіонати натрію, калію, кальцію в кількості 0,3–0,5 %; оцтовокислий кальцій у кількості 0,1–0,2 % до маси борошна.

Найбільш дієвими є пропіонати та ацетати, але вони пригнічують процес бродіння і надають хлібу стороннього запаху.

Хліб, укладений у контейнери або на вагонетки, необхідно швидко охолодити, підсилити вентиляцію.

Брак хліба з борошна, зараженого картопляною хворобою, переробляти забороняється, його спалюють або закопують у землю на глибину не менше 1 м.

Залежно від стадії ураження, хліб може бути, з дозволу санепідстанції, використаний на корм птиці.

У жарку пору року брак без ознак захворювання доцільно переробляти у вигляді мочки (крім виробів з пшеничного борошна вищого і першого сорту), підкисленої до 15–20 град оцтовою кислотою у кількості 2,5–3 % до маси хліба. Ефективно підкислювати мочку мезофільними або термофільними молочнокислими заквасками з кислотністю 16–22 град у кількості приблизно 20 % до маси хліба у мочці.

Влітку бракований хліб необхідно переробляти не пізніше, ніж через 6–8 год після випікання для виробів з кислотністю 6–7 град. Брак хліба необхідно висувати при температурі не нижче 100 °С.

Після переробки партії зараженого борошна складські та виробничі приміщення, все обладнання і транспортні засоби необхідно піддати ретельній механічній обробці, а також обробці відповідним дезинфікуючим розчином.

Як дезинфікуючі засоби використовують 3 %-й розчин хлорного вапна або 3 %-й розчин оцтової кислоти. Через 1 год після обробки хлорним вапном обладнання або інвентар ретельно мийуть гарячою, а потім холодною водою.

Ефективним є також застосування опромінення обладнання бактерицидними лампами.

Пліснявіння хліба. Спори плісені, що містяться в борошні, під час випікання гинуть. Пліснявіння хліба розвивається внаслідок інфікування його поверхні під час охолодження, транспортування і зберігання. За даними О.В.Афанасьєвої, в 1 м³ повітря виробничих приміщень хлібозаводу міститься 44–99 тис. спор плісневих грибів, а в 1 м³ приміщення, де зберігається брак і повернутий з торговельної мережі хліб, — 125–175 тис. спор.

Плісень добре розвивається на продуктах вологістю вище 20 % при температурі 25–35 °С і відносній вологості повітря 70–80 %. Оптимальна активна кислотність для розвитку плісені знаходиться у межах 4,5–5,5, тому пліснявінню піддається хліб як з житнього, так і з пшеничного борошна.

Пліснявіння хліба обумовлюється розвитком плісневих грибів родів *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicilium* та інші.

У результаті життєдіяльності плісневих грибів на поверхні хліба утворюються пухкі нальоти різного кольору, це — міцелії грибів. Поступово плісень розповсюджується через тріщини у скоринці всередину м'якушки.

У хлібі, що запліснявів, накопичуються продукти метаболізму плісені. Внаслідок гідролізу ферментами плісені білків, вуглеводів, жирів виробляють неприємного запаху, у них можуть накопичуватись отруйні речовини — мікотоксини. Із мікотоксинів у запліснявілому хлібі знайдені афлотоксини і патулін, які є не тільки токсичними, а й канцерогенними речовинами. Тому хліб, уражений плісневими грибами, непридатний для споживання.

Дослідженнями встановлено, що найбільш стійкими до пліснявіння є здобні вироби, а також хліб, виготовлений на великій густій або рідкій опарах. Швидше пліснявляють вироби, виготовлені безопарним способом, а також булочні вироби.

Для пригнічення розвитку плісені рекомендується використовувати хімічні добавки: пропіонат гліцерину (0,3–0,5 %), сорбінову кислоту (0,1 %), сорбопальмітат (0,3–0,5 %), ацетати або пропіонати натрію, калію, кальцію (0,2–0,5 % до маси борошна). Ці добавки затримують пліснявіння на 7–12 діб. Але всі вони в тій чи іншій мірі пригнічують мікрофлору тіста, погіршують якість хліба.

Для пом'якшення їх негативної дії необхідно збільшити внесення у тісто дріжджів, додати цукор тощо.

З метою попередження пліснявіння хліба застосовують його стерилізацію і консервування. При термічній стерилізації проводять пакування хліба, а потім нагрівання до 90 °С протягом 30–60 хв. Тривалий час не пліснявляють вироби, оброблені струмами високої частоти, ультрафіолетовим опроміненням, сорбіною кислотою або 96 %-им етиловим спиртом з наступним пакуванням у плівкові матеріали.

Розвиток плісені затримується при зберіганні хліба у замороженому стані. Обов'язковою умовою успішного запобігання пліснявінню хліба є зниження ступеню зараженості спорами плісені технологічного обладнання, лотків, вагонеток, контейнерів, повітря, виробничих приміщень і хлібосховищ, суворий контроль за їх гігієнічним станом, виключення умов для конденсації вологи на стелі, стінах, віконних отворах, а також не допущення застосування дерев'яних конструкцій та інвентарю.

Як дезинфікуючий засіб використовують 2–3 %-й розчин оцтової кислоти або фунгіциди, дозволені Міністерством охорони здоров'я України.

Крейдяна хвороба хліба. Ця хворобу викликають дріжджеподібні гриби *Endomycetes fibuliger* (Ендоміцес фібулігер), *Monilia variabilis* (Монілія варіабіліс). У хліб ці гриби потрапляють з борошном. Спори їх стійкі до високих температур і не гинуть під час випікання. Внаслідок розвитку збудників крейдяної хвороби на поверхні хліба утворюються білі сухі порошокподібні плями, що нагадують крихти крейди.

Хліб досить рідко хворіє на крейдяну хворобу. У хлібі, що захворів, з'являється специфічний запах і присмак, токсичних речовин у ньому не виявлено. Ця хвороба хліба для людини не шкідлива, але він втрачає свою товарну цінність.

Кров'яна хвороба хліба. Ця хвороба викликана безспоровою бактерією *Serratia marcescens* — чудесною паличкою, що виділяє в оточуюче середовище протидіозин — пігмент червоного кольору. Проявляється це захворювання в теплий період року при температурі 25–30 °С.

Почервоніння хліба може бути також викликано розвитком дріжджів роду *Rhodotorula*. У результаті життєдіяльності цих дріжджів на поверхні хліба утворюються слизисті плями від білого до яскраво-червоного кольору. Токсичність продуктів життєдіяльності мікроорганізмів, що викликають почервоніння хліба, не встановлена.

Хліб, уражений «чудесною паличкою», має неприємний смак і запах, втрачає товарний вигляд і стає непридатним для вживання.

Ці мікроорганізми потрапляють у хліб із зовнішнього середовища. При температурі 40 °С вони гинуть. Для боротьби з ними необхідно обладнання і приміщення промивати гарячою водою і підтримувати чистоту приміщень.

Мікроорганізми зерна, що обумовлюють небезпечність хліба при вживанні. Зерно може бути пошкоджене паразитичними грибами, що спричиняють його небезпечні захворювання — мікози. Хліб, випечений з борошна, інфікованого паразитичними грибами (ріжки, сажка, фузаріоз), за зовнішнім виглядом не відрізняється від звичайного. Вживання хліба з борошна, виготовленого з ураженого грибами зерна, зумовлює загрозу для здоров'я людини отруєння організму.

Найбільш небезпечним грибковим захворюванням зерна є ураження його паразитичним грибом *Claviceps purpurea*. Цей грибок частіше уражає жито і рідше — пшеницю. При ураженні зерна на місці зав'язі колоска з'являються темно-фіолетові тверді ріжки завдовжки 9–20 мм. Домішки ріжків у зерні шкідливі, вони викликають тяжке захворювання людини — ерготизм. Вміст їх у зерні в кількості 1–2 % може зумовити навіть летальний кінець хвороби.

Інше грибкове захворювання злаків — сажка. Розповсюджується спорами. Накопичення чорних спор сажки на колосках робить їх схожими на обуглені стернини. Розпізнають пильну сажку і тверду. Це захворювання викликається грибами *Ustilaga tritici* і *Tilletia tritici* відповідно. Спори пильної сажки органолептично не можна виявити. Пильна сажка руйнує повністю колос, від нього залишається лише стебло, покрите спорами, які заражають здорові рослини. Заражене зерно за зовнішнім виглядом не відрізняється від здорового. Спори твердої сажки утворюють на місці зав'язі квітки чорно-бурі мішечки.

Спори сажки в організмі людини закупорюють дрібні кровоносні судини, подразнюють слинні залози, викликають розлад роботи кишечника. М'якушка хліба, випеченого з борошна, що містить спори сажки, має сіруватий колір, іноді — неприємний запах оселедців.

За існуючими нормами, зерно, що надходить на першу дертьову систему, має містити ріжків і сажки не більше 0,05 %.

Зерно уражає також грибок *Fusarium graminearum*. Ці грибки уражають зерно, що зимувало в полі, або пізні сорти пшениці та жита. Колоски, уражені цим грибом, покриваються рожевим нальотом. Зерна в заражених колосках недорозвинені. Токсичні речовини, що виділяються цією пліснявою, не руйнуються у процесі випікання хліба.

Хліб, випечений з борошна, виготовленого із фузаріозного зерна, не має зовнішніх ознак хвороби, але при його вживанні виникають сильні отруєння, що нагадують сп'яніння, іноді зі смертельним кінцем.

15.7. Виробництво хлібобулочних виробів на пекарнях

З розвитком ринкових відносин змінилась структура хлібопекарської промисловості. Якщо до 1990 року хлібобулочні вироби виготовляли в основному хлібозаводи, оснащені комплексно-механізованими лініями і кваліфікованим персоналом, то на цей час частина продукції виготовляється на пекарнях. Відродження пекарень відбувається на якісно новому технічному рівні з впровадженням сучасних технологій і технологічного обладнання.

Розширення мережі пекарень різної потужності сприяє покращанню забезпечення свіжим хлібом населення віддалених районів міст, невеликих населених пунктів і особливо сільської місцевості, що має велику соціальну значимість. У

великих містах пекарні доповнюють асортимент виробів, що виготовляються потужними хлібозаводами.

Пекарні, що виникли в останні роки, відрізняються за потужністю, встановленим обладнанням, кваліфікацією кадрів. Такі пекарні виробляють від 0,2 до 5 т продукції, працюють в одну зміну 10–12 год на добу.

Пекарні розміщуються як в будівлях, що стоять окремо, так і в пристосованих приміщеннях, іноді підприємств нехарчового профілю.

Останнім часом хлібозаводи організують свої пекарні з метою оперативного впровадження нових видів дрібноштучних виробів, виробництва продукції малими партіями тощо.

Облаштовуються також міні-пекарні при супермаркетах, кафе, ресторанах, їдальнях тощо, які здебільшого виробляють від 100 до 300 кг хлібних виробів на добу.

На пекарнях, розташованих у сільській місцевості, невеликих населених пунктах, виготовляють відносно широкий асортимент виробів. Це подовий і формовий хліб, булочки, здобні вироби.

На міні-пекарнях виготовляють в основному булочки та здобні вироби, вироби для хотдогів, тостів, заварні види житньо-пшеничного хліба тощо. Сучасні пекарні здебільшого організують у комплексі з магазином.

Приміщення та обладнання пекарень. Приміщення пекарень повинно відповідати нормам технологічного проектування. Організація пекарні має бути погоджена з місцевими органами державного санітарно-епідеміологічного нагляду.

Пекарня повинна мати, окрім виробничого цеху, облаштоване приміщення для зберігання сировини, санітарно-побутові приміщення. Водопостачання пекарні має здійснюватись від централізованої мережі водопроводу або артезіанської свердловини.

Виробничі та господарсько-побутові стічні води повинні скидатись у загальнономіську або самостійну каналізацію і очисні споруди.

Виробничі, допоміжні та санітарно-побутові приміщення необхідно облаштовувати приточно-витяжною вентиляцією.

При організації пекарні повинні бути забезпечені вимоги протипожежної безпеки.

Площі для розміщення пекарні обирають залежно від її потужності та кількості обладнання, необхідного для забезпечення виробництва обраного асортименту виробів. Здебільшого пекарні потужністю від 0,5 до 5 т/добу розташовуються на площі від 75 до 150 м².

Види обладнання для пекарень ідентичні з обладнанням хлібозаводів. Це хлібопекарські печі, обладнання для підготовки сировини, тістомісильні машини, тістоподільники та інше обладнання. Відрізняється обладнання пекарень меншою потужністю і габаритами.

Потужність пекарні визначається потужністю і кількістю встановлених печей.

На пекарнях здебільшого встановлюють три-п'яти секційні подові електропечі зі стаціонарним або висувним подом. Кожна секція має автономний обігрів, що дозволяє одночасно випікати різні види виробів. Потужність таких печей від 300 до 1200 кг за зміну.

Встановлюють також ротаційні електропечі, призначені для випікання широкого асортименту хлібних виробів. Випікання тістових заготовок здійснюється на стелажних візках. Ці печі виготовляються з різною потужністю — від 600 до 1800 кг хліба за зміну.

Секційні та ротаційні печі різної потужності виготовляє, наприклад, Харківська фірма АО «Росс». Це секційні печі марок П-72, П-90, П-144 з одночасним завантаженням у піч відповідно 72, 90 і 144 форм з хлібом. Ротаційні печі К-50, К-90, Р-120, Р-162 потужністю відповідно 600, 950, 1400 і 1850 кг хліба за зміну. Печі можуть поставлятись у комплекті з шафами для вистою.

Для підготовки борошна встановлюють малогабаритні просіювачі. Машинобудівні заводи виготовляють низку тістомісильних машин періодичної дії з підкатними або стаціонарними діжами ємкістю 37–240 л, тістоподільники, машини для надання тістовим заготовкам необхідної форми.

Пекарню потужністю до 500 кг/зміну можна організувати навіть на площі 20 м². Для її функціонування необхідно встановити таке обладнання: електропіч, просіювач борошна, тістомісильну машину з трьома діжами, стелажні вагонетки для вистоювання тістових заготовок і зберігання випечених виробів. На пекарнях такої потужності тісто ділять і формують здебільшого вручну.

З додаткового обладнання необхідно мати холодильники для зберігання пресованих або сушених дріжджів і жиру, стіл для розробки тіста, водонагрівач, ємкість функціональну, інвентар (відра, скребки тощо), а також ваги напільні та гастрономічні.

Технологічний процес на такій пекарні можуть обслуговувати два робітники.

На цей час машинобудівні підприємства України і закордонні фірми пропонують комплекс спеціально розробленого обладнання для пекарень різної потужності. Так, ОАО «Завод УХЛ-МАШ» (Київ) виготовляє комплект обладнання для міні-пекарні, до складу якого входять: піч ротаційна, шафа для вистою, тістомісильна машина з діжами ємкістю 140 або 80 л, просіювач борошна, стіл для розробки тіста, стелажний візок, контейнер для хліба, *рис. 15.5*.

Потужність такої пекарні за формовим хлібом масою 0,7 кг 100 кг/год. Необхідна площа для встановлення обладнання — 35 м².

Шебекинський машинобудівний завод випускає комплект обладнання для пекарні малої потужності Г4-ПММ-02, до складу якого входить піч з електрообігрівом марки Г4-ПКЭ-01 потужністю 75 кг/год (при виробництві батонів масою 0,4 кг), просіювач П-2П, машина тістомісильна А2-ХТМ з трьома діжами, візок стелажний — 6 шт, шафа для остаточного вистоювання. Така пекарня розміщується на площі 60 м², виробляє за 10 год біля 700 кг виробів, обслуговують її троє робітників.

Цей завод випускає також комплект обладнання пекарні з піччю Г4-ПРЭ-1 потужністю 179 кг/год.

Комплект обладнання для пекарень типу А2-ХПО включає обладнання для виготовлення батонів і булочних виробів масою від 90 до 500 г, передбачає тарний або безтарний спосіб зберігання борошна. До його складу входить дві печі ротаційних, дозатор — просіювач борошна, тістомісильна машина А2-ХТЗ-Б з чотирма діжами, діжеперекидач, тістоподільник, тістоокруглювач, машини для формування рогаликів і батонів, шафи попереднього та остаточного вистоювання, а також інше обладнання, що забезпечує виробничий процес, *рис. 15.6*.

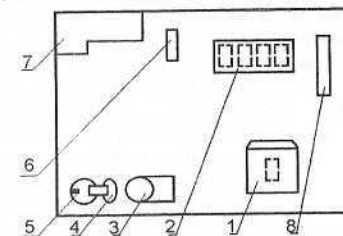


Рис. 15.5. План компоновки обладнання міні-пекарні "УХЛ-Хліб": 1 — піч; 2 — шафа для вистою; 3 — машина тістомісильна; 4 — діжа; 5 — просіювач борошна; 6 — стелажний візок; 7 — стіл для розробки тіста; 8 — контейнер для хліба

Потужність такої пекарні 2,5 т за 10 год роботи.
Смілянський машинобудівний завод випускає комплект обладнання Л4-ХПМ для пекарні потужністю 0,5 т/змину.

Апаратно-технологічна схема виробництва хлібних виробів у малій пекарні наведена на рис. 15.7.

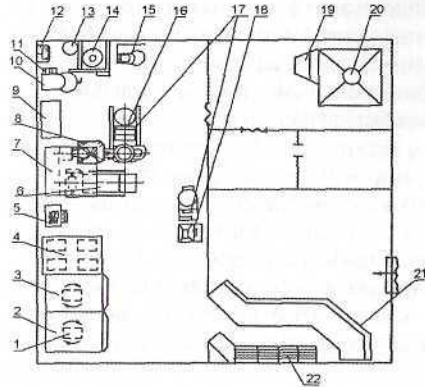


Рис. 15.6. План компонування обладнання пекарні з тарним або безтарним зберіганням борошна: 1 — контейнер з листами; 2, 3 — хлібопекарська піч; 4 — камера остаточного вистоювання; 5 — формуюча машина для рогаликів; 6 — формуюча машина для батонів; 7 — шафа попереднього вистоювання; 8 — тістоокруглювальна машина; 9 — робочий стіл; 10 — тістомісильна машина; 11 — дозатор-регулятор температури води; 12 — мийка; 13 — бойлер; 14 — ваги; 15 — просіювач борошна; 16 — тістоподільник; 17 — діжеперекидач; 18 — тістоподільник для житнього тіста; 19 — мішкоприймач; 20 — бункер для зберігання борошна; 21 — прилавок; 22 — полиці для готової продукції

них і здобних виробів широкого асортименту належної якості. Це швидкісні тістомісильні машини, малогабаритні агрегати для поділу і формування тістових заготовок, машини для листкування тіста, ротатійні печі тощо. На цей час розроблені спеціальні проекти пекарень, що відповідають нормам технологічного проектування. План і апаратно-технологічна схема одного із варіантів такої

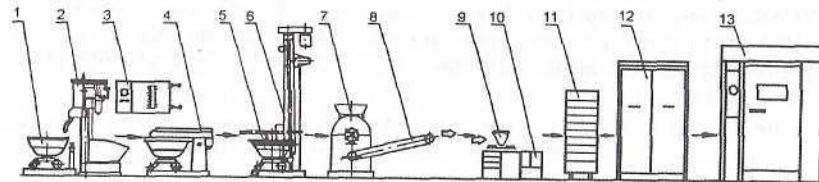


Рис. 15.7. Апаратно-технологічна схема виробництва хлібобулочних виробів у пекарні: 1 — ваги; 2 — просіювач борошна; 3 — дозатор води; 4 — тістомісильна машина; 5 — діжа; 6 — діжеперекидач; 7 — тістоподільник; 8 — транспортер; 9 — настільні ваги; 10 — стіл для розробки тіста; 11 — контейнер з листами; 12 — камера остаточного вистоювання; 13 — хлібопекарська ротатійна піч

Борошно з мішків засипають у просіювач, з якого воно надходить у діжу, встановлену на вагах. Після зважування борошна діжу підвозять до тістомісильної машини, дозують у неї воду, дріжджі, сіль, іншу сировину, передбачену рецептурою, і замішують тісто. Після дозрівання за допомогою діжеперекидача тісто вивантажують у лійку тістоподільної машини, яка ділить його на заготовки необхідної маси. Стрічковим транспортером тістові заготовки подаються на стіл, де вручну їм надають певної форми. Сформовані тістові заготовки укладають на листи стелажної вагонетки, яку подають у шафу для вистою. Після вистоювання вагонетку з тістовими заготовками подають у ротатійну піч для їх випікання. Випечені вироби складають на полиці для готової продукції, а звідки направляють на реалізацію.

Для пекарень малої потужності постачають високоефективне обладнання також такі фірми, як «Гостол» (Словенія), «Полін» (Італія), «Вінклер» (Німеччина) та інші. Обладнання цих фірм забезпечує виробництво булочних і здобних виробів широкого асортименту належної якості. Це швидкісні тістомісильні машини, малогабаритні агрегати для поділу і формування тістових заготовок, машини для листкування тіста, ротатійні печі тощо. На цей час розроблені спеціальні проекти пекарень, що відповідають нормам технологічного проектування. План і апаратно-технологічна схема одного із варіантів такої

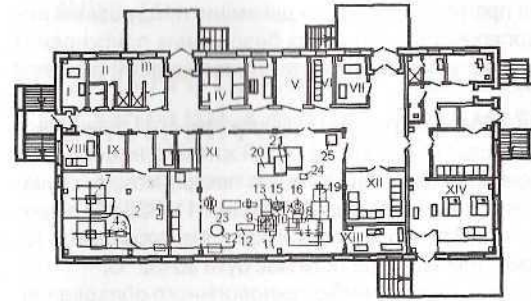


Рис. 15.8. План пекарні малої потужності: I — кімната приймання їжі, II — жіночий гардероб, III — чоловічий гардероб, IV — кімната для зберігання сировини, V — приміщення водопідготовки, VI — приміщення для миття листів і лотків, VII — кімната бригадира і експедитора, VIII — приміщення слюсаря, IX — щитова, X — приміщення для бункерів з борошном, XI — виробничий цех, XII — камера для зберігання хлібобулочних виробів у контейнерах, XIII — лабораторія, XIV — магазин, 1, 2 — рукави розвантажувальні, 3 — пристрій для піднімання мішків, 4 — пристрій для приймання борошна з мішків, 5, 6, 8 — компресори (за межами приміщення), 7 — бункер для борошна, 9 — просіювач, 10 — дозатор води, 11 — автоборошномір, 12 — бойлер, 13 — поворотний шнек, 14 — пульт управління, 15 — тістомісильна машина, 16 — тістоподільник, 17 — тістоокруглювач, 18 — шафа попереднього вистоювання, 19 — формуюча машина для батонів, 20 — шафа для остаточного вистоювання, 21 — електропіч, 22 — подільно-округлювальна машина, 23 — формуюча машина для рогаликів, 24 — контейнер, 25 — контейнер для хліба

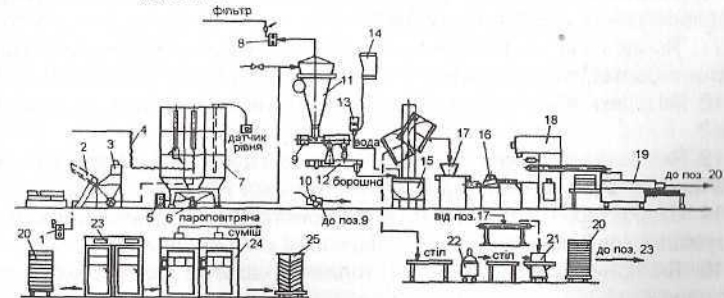


Рис. 15.9. Апаратно-технологічна схема виробництва хлібобулочних виробів у пекарні малої потужності: 1 — компресор для подачі борошна; 2 — пристрій для піднімання мішків; 3 — пристрій для приймання борошна з мішків; 4 — рукав розвантажувальний; 5, 8 — компресори для аерації; 6 — живильник; 7 — бункер для борошна; 9 — просіювач; 10 — компресор пневмосистеми управління; 11 — автоборошномір; 12 — поворотний шнек для подачі борошна в діжу місильної машини; 13 — дозатор-температур води; 14 — бойлер; 15 — тістомісильна машина; 16 — тістоподільник; 17 — тістоокруглювач; 18 — конвеєрна шафа попереднього вистоювання; 19 — формуюча машина; 20 — контейнер з листами; 21 — рогилова машина; 22 — подільно-округлювальна машина; 23 — камера остаточного вистоювання; 24 — ротатійна електрична піч; 25 — контейнер для хліба

пекарні наведені на рис. 15.8 і 15.9.

Окремі міні-пекарні при ресторанах, кафе, супермаркетах випікають здобні та булочні вироби із заморожених сформованих тістових заготовок, які поставляються спеціалізованими хлібо заводами або купуються за кордоном. Такі пекарні мають лише холодильники з температурою — 18 °С для збереження заморожених виробів, невелику шафу для вистоювання тістових заготовок і електропіч.

Специфіка роботи пекарень потребує економічно обґрунтованого вибору асортименту, який би доповнював асортимент спеціалізованих хлібо заводів і був конкурентноздатним. Це в основному дрібноштучні булочні та здобні вироби, а також вироби оздоровчого призначення.

Зважаючи на те, що пекарні працюють в одну чи дві зміни, продукція на них виробляється в основному безопарним або одним із безопарних прискорених способів приготування тіста із застосуванням активних пресованих чи сушених дріжджів, а також поліпшувачів.

В умовах пекарень тісто для хліба із житнього і суміші житнього і пшенично-го видів борошна найбільш раціонально готувати на густій житній заквасці.

Хліб з житнього і житньо-пшеничного борошна в умовах пекарні можна готувати на заквасках-підкислювачах, наприклад, заквасці «Полімол», R11, R22 або інших. Їх додають при замішуванні тіста — від 2 до 4,5 % до маси борошна, добавляють також 1,5–2,0 кг пресованих дріжджів. Температура тіста має бути 30–32 °С.

На цей час проблемами пекарень є малий вибір технологічного обладнання, здебільшого низька кваліфікація обслуговуючого персоналу, вибір асортименту виробів, технології їх виготовлення.

Контрольні питання до розділу 15

1. Назвіть основні актуальні проблеми хлібопекарської промисловості.
2. Які вимоги ставляться до раціональних технологій приготування тіста ?
3. В якому напрямку має відбуватися технічне переоснащення хлібопекарських підприємств ?
4. Охарактеризуйте шляхи вирішення проблеми покращання асортименту хлібних виробів.
5. Які технологічні заходи застосовують при переробленні борошна з надмірно розтяжною чи короткорваною клейковиною ?
6. Які технологічні заходи застосовують при переробленні борошна з підвищеною автолітичною активністю ?
7. Які причини потемніння м'якушки хліба? Як запобігти цій ваді ?
8. Які основні шляхи підвищення харчової цінності хлібних виробів ?
9. Якими речовинами збагачують хлібні вироби молочні продукти ?
10. Які білкові збагачувачі рослинного походження ефективні для підвищення харчової цінності хлібних виробів ?
11. Як впливає на технологічні показники і якість хліба збагачення його фруктово-овочевими добавками ?
12. Які шляхи збагачення хлібних виробів вітамінами і мінеральними речовинами ?
13. Яка нетрадиційна сировина і які харчові добавки використовуються для збагачення хлібних виробів харчовими волокнами ?
14. Охарактеризуйте доцільність використання пекарських полікомпонентних сумішей для підвищення харчової цінності хлібних виробів.
15. Які причини виникнення картопляної хвороби хліба і заходи по її запобіганню ?
16. Які мікроорганізми, що уражають зерно, обумовлюють небезпечність хліба при вживанні ?
17. Охарактеризуйте заморожування напівфабрикатів і хліба як спосіб подовження тривалості його свіжості.
18. Які матеріали застосовуються для пакування хлібних виробів та які умови їх пакування ?
19. Охарактеризуйте проблеми виробництва хлібобулочних виробів на пекарнях.

Розділ 16

САНІТАРНІ ПРАВИЛА, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА

16.1. Санітарно-гігієнічні вимоги у виробництві хліба

Санітарно-гігієнічні вимоги до сировини і технологічного процесу виробництва хліба визначені діючими Санітарними правилами для підприємств хлібопекарської промисловості.

Заходи щодо запобігання попадання сторонніх предметів у готову продукцію визначені відповідною Інструкцією для хлібопекарських підприємств.

Приймання, зберігання та підготовку сировини до виробництва на підприємствах галузі здійснюють за відповідними Правилами.

Борошно повинно зберігатись у мішках, укладених штабелями, на стелажах (15 см від підлоги, 50 см від стін, відстань між стелажми не менше 80 см) або в силосах.

Борошняний виміт, вибій з мішків необхідно зберігати в окремому приміщенні, їх використання у виробництві забороняється.

Кришки шнеків, буратів, оглядові вікна на жолобах, силосах повинні бути щільно закриті. Для просіювачів пшеничного сортового борошна необхідно використовувати сита з отворами 1,2, для обойного — 1,4 мм.

Повітряні фільтри на силосах і бункерах повинні бути в лагодженому стані та очищуватись не рідше одного разу на добу. Всі лази та люки на бункерах і силосах необхідно надійно закривати.

Всі борошняні лінії повинні бути обладнані просіювачем борошна та металоманітним сепаратором. Забороняється направляти борошно на виробництво, минаючи магнітоуловлювачі. Підйомна сила магнітів має бути 8–10 кг на 1 кг магніту і перевіряється не рідше одного разу на декаду. Сита потрібно щоденно очищати, вони мають бути цілими. Схід з сит не рідше одного разу за зміну перевіряється на наявність у борошні сторонніх домішок. Очищення магнітів проводиться щозмінно. Схід з магнітів реєструється в спеціальному журналі. Залежно від характеру знятих металоманітних домішок живаються відповідні заходи. Шнеки і ковшеві елеватори очищають один раз на декаду з одночасною перевіркою їх зараження борошнямими шкідниками.

Для розпаковування ящиків з яйцями, санобробки яєць та отримання яєчної маси на підприємстві облаштовується спеціальне приміщення, обладнане холодильною камерою для зберігання яєць і ваннами для їх миття та дезінфекції.

Водонапірні ємкості, баки з холодною та гарячою водою необхідно тримати у закритому приміщенні.

Нові форми і листи для випікання виробів необхідно прожарювати в печах, а

ті, що знаходяться у користуванні — обробляти і мити згідно з інструкцією. Деформовані хлібні форми використовувати заборонено.

Транспортерні стрічки, столи, дошки механічно очищають, а потім промивають гарячою водою з содою. Візки, етажерки та ваги необхідно регулярно промивати гарячою водою і протирати насухо.

Станини машин протирають вологими чистими ганчірками. Верхні частини внутрішніх поверхонь тістомісильних діж після кожного замісу слід зачищати скребком і змащувати олією. Водомірні бачки щомісяця треба очищати, дезинфікувати і промивати.

Посуд та інвентар (металевий) слід ретельно чистити і мити в трикамерних ваннах: спочатку водою температурою 40–50 °С з миючим засобом, потім дезинфікувати 0,5 %-ним розчином хлорного вапна і споліскувати чистою водою температурою 70 °С.

Готова продукція має зберігатися в експедиції в неушкоджених лотках або на стелажах відповідно до Правил укладання, зберігання та транспортування хліба і хлібобулочних виробів згідно з нормативною документацією. У торговельну мережу хліб перевозять транспортом, на який органами держсаннагляду виданий дозвіл.

Не допускається приймання від торговельної мережі хліба забрудненого, із чужорідними включеннями, стороннім запахом, плісеневого та з іншими дефектами, які унеможливають його переробку. Браковану або повернену з торговельної мережі продукцію необхідно зберігати у спеціально відведеному місці.

Уражений картопляною хворобою хліб забороняється приймати з торговельної мережі й використовувати для харчових цілей, він підлягає терміновому вилученню з підприємства.

Лотки для зберігання і транспортування хлібобулочних виробів пропонується спочатку очищати і мити у воді з миючим засобом з температурою 35–45 °С, потім — водним душем з температурою 50–70 °С при тиску не нижче 4,9–104 Па і полоскати водою при температурі 70 °С і тиску 9,8–19,6–104 Па. Вимиті лотки просушують гарячим повітрям.

У виробничих цехах, сировинних складах, експедиціях забороняється носити прикраси, зберігати на робочих місцях сторонні предмети і продукти харчування, скляний посуд. Для кожної виробничої дільниці та робочого місця повинен бути встановлений перелік інвентарю (скребки, щітки, відра та ін.) і місце його зберігання.

У виробничих приміщеннях, складах, експедиції не повинно бути битого скла. Скляна електроосвітлювальна апаратура у цехах підлягає обліку. Термометри, ареометри, денсиметри, скляний посуд і весь інвентар цехової лабораторії передається із зміни у зміну змінними технологами з відповідною позначкою у спеціальному журналі.

Термометри для вимірювання температури тіста повинні бути у відповідній оправі.

Проби для аналізів дозволяється відбирати лише в посуд, що не б'ється, на всіх виробничих ділянках забороняється використовувати скляний посуд. На всіх склянках з реактивами, що є у цеховій або заводській лабораторії, повинні бути чіткі надписи про їх вміст. Сильнодіючі хімічні реактиви рекомендується зберігати під пломбою.

Хлібні крихти, тісто, що впало на підлогу, вважаються санітарним браком, їх необхідно збирати у спеціальну тару і вилучати з виробничого приміщення.

Необхідно чітко виконувати Інструкцію щодо попередження захворювання хліба картопляною хворобою. Виконання санітарних правил для всіх працівників хлібопекарського підприємства є обов'язковим. Контроль за виконанням гігієнічного режиму і санітарних правил на підприємстві (цех, дільниця та ін.) покладається на завідувача виробництва і майстрів змін. Відповідальність за створення належних умов і виконання санітарно-гігієнічних вимог покладається на керівника підприємства.

Дезинфекція, дезинсекція, дератизація приміщень і устаткування. Дезинфекцію, дезинсекцію і дератизацію проводять робітники дезбюро. Будь-яка дезинфекція цехів і устаткування проводиться під наглядом завідувача виробництва і санлікаря.

На хлібопекарських підприємствах для миття обладнання приміщень використовують в основному розчин кальцинованої соди, а також миючі порошки, які дозволені органами санепіднагляду.

Кальцинована сода у водних розчинах розкладається з утворенням їдкого луку і гідрокарбонату, які мають здатність омилувати забруднену поверхню і руйнувати білкові залишки, тому вона є поширеним миючим засобом.

Для ручного миття рекомендується використовувати підігрітий до 50–60 °С 0,5 %-ний розчин кальцинованої соди. Інвентар краще замочувати розчином, підігрітим до 70–80 °С.

Для дезинфекції обладнання і приміщень використовують хлорвміщуючі засоби — хлорне вапно, хлорамін, антисептол, вапняне молоко, а також четвертинні амонійні сполуки — препарат «Септабік» і засіб «Септодор».

Ефективність обробки дезинфікуючими засобами залежить від вмісту в них активної речовини, тривалості дії та температури розчину.

Хлорвміщуючі дезинфікуючі препарати з підвищеною температурою розчинів чинять корозійну дію на метал. Тому їх слід застосовувати при температурі, не вищій за 45–50 °С.

Нержавіюча сталь і гума, що застосовуються в обладнанні, мало піддаються корозії від дії хлорвміщуючих дезинфікуючих засобів.

Четвертинні амонійні сполуки не чинять корозійної дії на метал, дерево, пластик, бетон, гуму, але при температурі, вищій за 45–50 °С, їх токсичність підвищується. Тому температура робочих розчинів не повинна перевищувати 45 °С.

Хлорне вапно. До складу хлорного вапна входить 35 (клас А) або 32 % (клас Б) хлору. При вмісті його менше 25 % вапно не придатне для дезинфекції. При зберіганні вапна втрати активного хлору складають 1–3 % за місяць.

Для дезинфекції застосовують розчин хлорного вапна, що містить не менше 1 % активного хлору. При його приготуванні спочатку готують основний розчин хлорного вапна у воді у співвідношенні 1:10. Отримане хлорне молоко залишають на 2–24 год (не більше) для відстоювання. Потім надосадну рідину зливають і готують з неї 3 %-й робочий розчин.

Для приготування 10 дм³ робочого розчину беруть 3 дм³ 10 %-ого основного розчину. Якщо в робочому розчині менше 1 % активного хлору, збільшують кількість хлорного вапна для приготування основного розчину. Основний розчин готують не більше, як на 10 діб, а робочий — безпосередньо перед використанням. Роботи з хлорним вапном ведуть в окулярах і респіраторі.

Хлорамін (натрій паратолоуолтіосульфохлорамін) — порошок, який містить 24–28 % активного хлору. Використовують 0,5 %-ні розчини хлораміну для дез-

інфекції рук і 1,5–2,0 %-ні — для дезинфекції обладнання. Розчин необхідно зберігати в посуді з темного скла до 15 діб.

Антисептол — це суміш хлорного вапна і кальцінованої соди. Рекомендується для дезинфекції стін складів готової продукції та цехових приміщень. Через 2–3 год після промивки стін приміщень цим розчином його змивають водою.

Готують розчин антисептолу таким чином: 3,5 кг хлорного вапна розчиняють у 60–70 л води з температурою 40–45 °С, після чого доливають водою до 100 л. Після відстоювання освітлений розчин хлорного вапна переливають в 1–2 %-ий розчин кальцінованої соди. Одержаний розчин розбавляють удвічі водою і використовують для дезинфекції.

Засіб «Септабік» відноситься до групи четвертинних амонійних сполук, має дезінфікуючу і миючу дію, антимікробну активність по відношенню до бактерій і мікроскопічних грибів. Застосовують «Септабік» у вигляді 0,5 %-ого розчину для знезараження поверхонь побутових і виробничих приміщень, технологічного обладнання. Через 20 хв після змочування поверхні, що обробляється «Септабіком», її необхідно промити водою і насухо витерти. Всі роботи з водними розчинами «Септабіку» проводять у гумових рукавичках.

Засіб «Септодор» є композицією, що складається з чотирьох четвертинних амонійних сполук, має антимікробну активність, використовується для знезараження приміщень, технологічного обладнання, тари, інвентарю. Використовується 0,1 %-і розчини «Септодору». Через 10–15 хв поверхню, що оброблялась, необхідно промити водою і витерти насухо. Роботи треба виконувати в гумових рукавичках.

Оцтова кислота. Для дезинфекції використовують 3 %-й розчин оцтової кислоти. Для приготування розчину беруть 3 см³ безводної оцтової кислоти 95–99 %-ї концентрації або 375 см³ 80 %-ї оцтової есенції і доводять об'єм до 1 дм³ дистильованою водою.

При роботі з концентрованими розчинами оцтової кислоти слід враховувати, що її розчини з концентрацією вище 30 % викликають опіки, випари подразнюють слизові оболонки верхніх дихальних шляхів. При розведенні оцтову кислоту необхідно вливати у воду.

Для знезараження повітря виробничих приміщень, поверхні пакувальних матеріалів, тари застосовують бактерицидні лампи. Промисловість виготовляє лампи БУВ-30 і БУВ-60. Їх дія ефективна при температурі від 5 до 25 °С і відносній вологості повітря 65–75 %. Установки для УФ-опромінення комплектуються з розрахунку: на 1 м² приміщення 2–2,5 Вт, тобто однієї лампи БУВ-60 досить для опромінення 24–30 м² приміщення. Знезараження досягається безперервним опроміненням протягом 2–3 год з наступною перервою протягом 1 год і подальшим опроміненням протягом 2–3 год. Загальний термін опромінення має складати 6–8 год на добу. Бактерицидне опромінення особливо бажано застосовувати у приміщенні пакування виробів з метою попередження їх пліснявіння.

16.2. Забезпечення охорони праці

Організація охорони праці повинна здійснюватись за Законами України «Про охорону праці», «Про пожежну безпеку», Правилами з техніки безпеки і виробничої санітарії на хлібопекарських підприємствах, Санітарними правилами для підприємств хлібопекарської промисловості.

Технологічні процеси виробництва хлібобулочних виробів, технологічне обладнання для їх виробництва повинні відповідати вимогам ДСТУ 2583-94.

На підставі вищезазначених документів на підприємствах мають бути розроблені та затверджені інструкції з техніки безпеки для всіх професій згідно з положеннями про розробку інструкцій з охорони праці.

Керівники підприємства та структурних підрозділів повинні забезпечити навчання робітників з правил безпеки праці. Усі працівники при прийнятті на роботу та під час роботи повинні проходити навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці та пожежної безпеки у відповідності з розробленими і затвердженими керівником підприємства нормативними актами згідно з Типовим положенням про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, Типовим положенням про спеціальне навчання, інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України.

Працівники мають бути забезпечені санітарним одягом і взуттям, спецодягом і спецвзуттям та засобами індивідуального захисту відповідно до діючих норм.

Для створення безпечних умов праці виробничі приміщення повинні мати необхідну площу, висоту, освітленість, вентиляцію. Східці, драбини, площадки огорожені поручнями.

Всі частини обладнання, що рухаються, оснащують сітчастим або суцільним огороженням, гарячі поверхні апаратів, трубопроводів і баків термоізолюють. Машина, транспортери й огороження повинні мати механічне та електричне блокування, бути заземлені, а також обладнані сигналізацією, яка при пуску і зупинці машини автоматично приводиться у дію.

Між обладнанням мають бути проходи і проїзди, що забезпечують безпечно обслуговування і ремонт.

Особливу увагу слід приділяти охороні ізоляції електромереж від руйнування та вологі. На цих ділянках дозволяється користуватися лише низьковольтною напругою.

Основними несприятливими речовинами і виділеннями при виготовленні хлібних виробів є борошняний пил, диоксид вуглецю, тепло- і вологовиділення.

На робочих місцях біля печей та іншого тепловипромінюючого обладнання має бути створений необхідний для роботи мікроклімат шляхом облаштування місцевої вентиляції.

У тарних і безтарних складах зберігання борошна мають бути встановлені засоби уловлювання пилу, забезпечена герметизація і максимальне ущільнення стиків і з'єднань у технологічному обладнанні, шнеках, трубопроводах для попередження запилювання, обладнання повинне бути заземлене. Нижня межа вибухонебезпечної концентрації борошняного пилу в повітрі становить 10–35 г/м³.

Джерела світла і світильники повинні забезпечити необхідну освітленість робочих місць. Мають бути впроваджені заходи, що забезпечують загальнообмінну та місцеву вентиляцію, яка створила б комфортні параметри мікроклімату у виробничих приміщеннях у холодну і теплу пори року.

Хлібозаводи за пожежною безпекою належать до категорії В. В їх виробничих приміщеннях мають бути передбачені заходи по попередженню вибухів, виникненню пожеж, засоби їх гасіння, сигналізації, питання пожежного водопостачання, шляхи евакуації людей.

16.3. Екологічні аспекти виробництва хліба

У зв'язку зі зростанням забрудненості довкілля — повітря, води, ґрунтів, — виникла гостра необхідність захисту біосфери від забруднення. Кожне виробництво у більшій чи меншій мірі забруднює довколишнє середовище викидами шкідливих речовин у атмосферу, промисловими стічними водами, твердими відходами тощо. У цих умовах нагальною потребою є розробка і впровадження маловідходних, енерго- і ресурсозберігаючих технологій, що забезпечували б збереження екологічної рівноваги у довкіллі, не забруднювали б його, а також природозберігаючих технологій, тобто технологій з очищення повітря, стічних вод, ґрунтів.

Для всіх підприємств, що забруднюють довкілля, розробляється екологічний паспорт.

На хлібопекарських підприємствах основними викидами в атмосферу є продукти згорання палива у топках хлібопекарських печей і парових котлів. Склад їх залежить від виду палива. Так, при роботі на природному газі основними забрудниками атмосфери є оксиди азоту і вуглецю; при використанні мазуту чи вугілля поряд із зазначеними речовинами у повітря потрапляють диоксид сірки, тверді частинки. Забруднюють атмосферу і гази, що відводяться із компресорних установок складів безтарного зберігання борошна.

При бродінні тістових напівфабрикатів — рідких дріжджів, заквасок, опар, тіста, — в повітря приміщень виділяються диоксид вуглецю, пари етанолу, леткі кислоти, оцтовий альдегід та інші сполуки.

Специфічними організованими викидами хлібопекарського виробництва є пил основної сировини — борошна, а також додаткової сировини, такої як цукор, солод, крохмаль, ферментні препарати, інші пилоподібні добавки.

Інвентаризацію джерел забруднюючих речовин — етанолу, оцтової кислоти, оцтового альдегіду, борошняного пилу проводять розрахунковим шляхом, за питомим викидом на 1 т виробів; викидів з димовими газами — за діючими методичними документами.

Основною фізичною характеристикою забруднення атмосфери є гранично допустима концентрація забруднюючих речовин (ГДК).

Гранично допустима концентрація — це максимальна кількість шкідливих речовин в одиниці об'єму або маси середовища води, повітря чи ґрунту, яка практично не впливає на стан здоров'я людини. Вона встановлюється компетентними установами, комісіями як норматив.

Для всіх об'єктів, які забруднюють атмосферу, розраховують і встановлюють норми гранично допустимих викидів (ГДВ). Гранично допустимі викиди — це кількість шкідливих речовин, що не має перевищуватись під час викиду в повітря за одиницю часу, і концентрація забруднювачів повітря, яка на межі санітарної зони не повинна перевищувати ГДК. Виконується інвентаризація джерел забруднення атмосфери для кожного підприємства, а також екологічна паспортизація всіх об'єктів, які забруднюють довкілля.

Ці нормативи мають законодавчу силу і є юридичною основою для санітарного контролю.

На хлібозаводах, щоб забезпечити необхідний рівень чистоти повітря у зоні, що прилягає до виробництва, продукти згорання розсіюють в атмосфері шляхом встановлення труб висотою від 25 до 60–70 м і дефлекторів.

Передбачається також санітарно-захисна зона від 100 до 300 м. Для вико-

нання функції захисного бар'єру вона повинна бути озеленена. Зелені насадження відіграють важливу пилезахисну роль.

Для уловлення борошняного пилу на бункерах для зберігання борошна в складах безтарного зберігання борошна, виробничих силосах встановлюють тканинні фільтри, на технологічних лініях транспортування борошна — циклони. У приміщеннях з викидами продуктів бродіння облаштовують приточно-втяжну вентиляцію.

Велике екологічне значення мають охоронні заходи по забезпеченню чистоти води. Ресурси питної води на землі обмежені. Незважаючи на те, що основними джерелами води є озера і ріки, вони повсякденно забруднюються промисловими і побутовими скидами.

При виготовленні хлібних виробів на 1 т продукції витрачається 4,33 м³ води (завод потужністю 30 т/добу). Цю воду використовують як сировину для приготування продукції, живлення котлів, миття обладнання, тари, трубопроводів, а також санітарно-побутових потреб.

Водопостачання хлібозаводів здійснюється з міського водопроводу або артезіанських свердловин, за прямоточною системою, тобто вода на виробництво надходить з водопроводу чи артезіанської свердловини, а відпрацьована вода скидається у каналізацію або водоймище.

Вміст органічних речовин у воді характеризується таким показником, як окислюваність. Окислюваність — це кількість кисню (мг О₂/л води), що еквівалентна кількості окисника, необхідного для окислення всіх відновників стічних вод. Чим вищий цей показник, тим більш забруднена вода. Для стоків хлібозаводів цей показник дорівнює 600–800 мг О₂/л.

Стічні води, що надходять у міську каналізацію, не повинні містити речовин у концентраціях, які негативно впливають на їх біологічне очищення, небезпечних бактеріальних і токсичних забруднень, смол, мазуту і бензину.

Перед спуском у міські каналізаційні системи стічні води хлібозаводу мають пройти механічне очищення через сита.

Характерні забруднювачі стічних вод хлібопекарських підприємств обумовлені наявністю залишків сировини, за гігієнічним критерієм вони належать до малонебезпечних у випадку скиду їх до водоймища. Поряд з цим, виробничі стічні води забруднені мікроорганізмами, що накопичуються на обладнанні, стінах, підлозі приміщення, тому миття зупиненого обладнання, підлоги, стін необхідно проводити своєчасно, не допускаючи розкладу органічних сполук, що обумовлює розвиток та накопичення у місцях забруднення різноманітних мікроорганізмів і призводить до підвищення ступеню забруднення стічних вод.

Ще більше забруднені фекально-побутові стічні води підприємства, які можуть бути джерелом патогенних мікроорганізмів, що поширюються через воду. Тому необхідна систематична дезинфекція побутових приміщень і санітарних вузлів підприємства.

Ступінь забруднення стічних вод залежить від рівня технологічного процесу на виробництві.

Стічні води хлібозаводів забруднені також продуктами бродіння (води після миття бродильних апаратів) — спиртами, органічними кислотами, жирами, азотвміщуючими речовинами.

У виробничих стічних водах, окрім водорозчинних речовин, містяться нерозчинні частинки різної дисперсності, вміст яких складає приблизно 150 мг/л, рН 6,0–7,0.

Нарівні із забрудненням атмосфери і водного середовища, внаслідок виробничої діяльності забруднюються ґрунти. Джерелом забруднення ґрунтів токсичними речовинами є викиди в атмосферу, пестициди, відходи промислового виробництва.

З метою запобігання забрудненню ґрунтів в умовах хлібозаводів необхідно своєчасно ретельно збирати, вивозити і знешкоджувати рідкі та тверді відходи виробничої діяльності підприємства: мазут, змащувальні матеріали, промислове сміття тощо.

Стан екологічної безпеки довкілля контролює Мінекобезпеки України. Проводиться контроль джерел промислових викидів у атмосферу, дотримання норм гранично допустимих викидів (ГДВ), норм скидів стічних вод, тимчасово погоджених скидів (ТПС) і гранично допустимих скидів (ГДС), якості поверхневих вод суші, стан ґрунтів.

Контрольні питання до розділу 16

1. Які санітарно-гігієнічні вимоги ставляться до зберігання і підготовки сировини до виробництва ?
2. Які санітарно-гігієнічні вимоги ставляться до інвентарю і тари, їх санітарна обробка ?
3. Якої техніки безпеки треба дотримуватись при обслуговуванні технологічного обладнання ?
4. Вимоги до санітарно-екологічного стану складів для зберігання борошна, приміщень для приготування рідких дріжджів ?
5. Які можливі джерела і причини утворення шкідливих викидів на хлібопекарському виробництві ?
6. Охарактеризуйте стічні води хлібопекарського виробництва. Які показники забруднення стічних вод ?
7. Який гранично допустимий вміст забруднень у стічних водах ?
8. Основні шляхи зменшення забруднення довкілля стічними водами і газовими викидами з пилом.
9. Які дезинфікуючі засоби застосовують на хлібопекарському виробництві ?
10. Як готують і використовують хлорну воду ?

ЗМІСТ

Вступ	4
Розділ 1. Загальні відомості про хлібопекарське виробництво	6
1.1. Коротка історична довідка	6
1.2. Огляд розвитку хлібопекарської промисловості України	7
1.3. Загальна характеристика хлібних виробів	11
1.3.1. Хімічний склад і харчова цінність хлібобулочних виробів	12
1.3.2. Вимоги до якості хлібобулочних виробів	14
1.4. Технологічна схема виготовлення хлібобулочних виробів	15
Розділ 2. Сировина хлібопекарського виробництва	19
2.1. Борошно	19
2.1.1. Види і сорти борошна	19
2.1.2. Вимоги до якості борошна	20
2.1.3. Хімічний склад борошна	23
2.2. Вода	43
2.3. Сіль	44
2.4. Хлібопекарські дріжджі та хімічні розпушувачі	45
2.5. Цукор, патока	50
2.6. Жири	51
2.7. Молоко і молочні продукти	53
2.8. Солод	55
2.9. Яйця і яйцепродукти	56
2.10. Інші компоненти тіста і хліба	57
Розділ 3. Хлібопекарські властивості борошна	59
3.1. Хлібопекарські властивості пшеничного борошна	59
3.1.1. Сила борошна	59
3.1.2. Газоутворювальна здатність борошна	67
3.1.3. Колір борошна і здатність його до потемніння у технологічному процесі	70
3.1.4. Крупність борошна як складова його хлібопекарських властивостей	70
3.1.5. Автолітична активність борошна	72
3.1.6. Водопоглинальна здатність борошна	73
3.1.7. Оцінка якості пшеничного борошна за пробним випіканням	74
3.1.8. Хлібопекарські властивості пшеничного борошна із зерно зниженої якості	75

3.2. Хлібопекарські властивості житнього борошна	76
3.3. Інші види борошна	80
3.3.1. Борошно тритікале	80
3.3.2. Борошно кукурудзяне	80
3.3.3. Вівсяне борошно	81
3.3.4. Ячмінне борошно	81
3.3.5. Соеве борошно	81
3.4. Зміни хлібопекарських властивостей борошна під час дозрівання і подальшого зберігання	82
3.4.1. Дозрівання борошна	82
3.4.2. Причини псування борошна	88
Розділ 4. Зберігання сировини і підготовка її до виробництва	90
4.1. Зберігання і підготовка борошна до виробництва	90
4.2. Зберігання і підготовка до виробництва хлібопекарських дріжджів, солі, води та додаткової сировини	96
Розділ 5. Біотехнологічні основи приготування тіста	106
5.1. Утворення тіста	107
5.1.1. Процеси, що відбуваються під час утворення тіста	107
5.1.2. Вплив способів замішування на процеси утворення тіста	111
5.2. Дозрівання тіста	113
5.2.1. Мікробіологічні процеси при дозріванні тіста	114
5.2.2. Біохімічні процеси при дозріванні тіста	121
5.2.3. Колоїдні процеси при дозріванні тіста	123
5.2.4. Фактори, що інтенсифікують процеси дозрівання тіста	125
5.2.5. Регулювання процесів дозрівання тіста	126
5.2.6. Вплив компонентів рецептури на процеси дозрівання тіста	127
5.2.7. Вплив температурного фактору на процеси дозрівання тіста	129
5.2.8. Вільна і зв'язана вода в тісті	130
5.3. Визначення готовності тіста	133
Розділ 6. Способи приготування тіста	135
6.1. Приготування тіста з пшеничного борошна	136
6.1.1. Приготування рідких дріжджів	137
6.1.2. Хмелеві дріжджі	141
6.1.3. Приготування пшеничних заквасок	141
6.1.4. Приготування тіста на густих опарах	145
6.1.5. Приготування тіста на рідких опарах	149
6.1.6. Приготування тіста на диспергованій фазі	154
6.1.7. Приготування тіста однофазним способом	155
6.1.8. Однофазні прискорені способи приготування тіста	158

6.1.9. Нетрадиційні способи приготування тіста	161
6.1.10. Приготування тіста для заморожених напівфабрикатів	162
6.1.11. Порівняльна оцінка способів приготування тіста, що застосовуються на виробництві	164
6.2. Приготування тіста з житнього і житньо-пшеничного борошна	166
6.2.1. Мікрофлора житніх заквасок	167
6.2.2. Приготування тіста на густих заквасках	169
6.2.3. Приготування тіста на рідких житніх заквасках	172
6.2.4. Приготування тіста на концентрованій бездріжджовій молочно-кислій заквасці (КМКЗ)	177
6.2.5. Експресні технології приготування житнього тіста	179
6.2.6. Порівняльна характеристика способів приготування тіста із житнього і житньо-пшеничного борошна	181
6.2.7. Приготування тіста для заварного житнього і житньо-пшеничного хліба	182
6.3. Використання продуктів переробки бракованого і черствого хліба при приготуванні тіста	185
Розділ 7. Оброблення тіста	187
7.1. Поділ тіста на шматки	188
7.2. Округлення тістових заготовок	190
7.3. Попереднє вистоювання	191
7.4. Надання тістовим заготовкам необхідної форми	192
7.5. Остаточне вистоювання тістових заготовок	193
7.6. Оброблення тіста для заморожених напівфабрикатів булочних і здобних виробів	196
7.7. Комплексно-механізовані лінії для оброблення тіста	196
Розділ 8. Випікання хліба	201
8.1. Процеси, що відбуваються у тістовій заготовці під час випікання	202
8.1.1. Теплофізичні процеси у тістовій заготовці під час випікання	202
8.1.2. Мікробіологічні процеси у тістовій заготовці під час випікання	205
8.1.3. Біохімічні та колоїдні процеси у тістовій заготовці під час випікання	207
8.1.4. Процеси, що обумовлюють колір скоринки хліба та впливають на смак і аромат виробів	210
8.2. Режимми випікання	211
8.2.1. Особливості випікання житніх і житньо-пшеничних видів хліба	213
8.3. Визначення готовності хліба	214
Розділ 9. Зберігання хліба	216
9.1. Остигання і усихання хлібобулочних виробів	217
9.2. Черствіння хліба	220
9.3. Зміни смаку і аромату хліба при зберіганні	225

Розділ 10. Вихід хлібобулочних виробів і фактори, що на нього впливають	227
Розділ 11. Асортимент хлібобулочних виробів. Технологія здобних, бубличних, сухарних і деяких інших видів виробів	236
11. Асортимент хлібних виробів	236
11.2. Виготовлення здобних виробів	242
11.3. Технологія бубличних виробів	247
11.4. Технологія соломки	253
11.5. Технологія хлібних паличок, хлібців хрустких і сухого хлібного квасу	253
11.6. Виробництво сухарів	255
11.6.1. Технологія простих сухарів	255
11.6.2. Сухарі-грінки	258
11.6.3. Панірувальні сухарі	258
11.6.4. Технологія здобних сухарів	259
Розділ 12. Формування та оцінка якості хлібобулочних виробів	265
12.1. Контроль технологічного процесу	266
12.2. Дефекти хліба, викликані помилками в технологічному процесі виробництва	267
12.3. Оцінка якості хліба	270
12.4. Сенсорна оцінка якості хлібних виробів	272
12.5. Роль стандартизації в підвищенні якості хлібних виробів	273
12.6. Метрологічне забезпечення якості продукції	276
12.7. Безпека продовольчої сировини і готових виробів. Показники безпеки	277
Розділ 13. Харчова цінність (корисність) хлібних виробів	281
13.1. Енергетична цінність хлібних виробів	285
13.2. Білкова цінність хлібних виробів	286
13.3. Вуглеводи хлібних виробів як джерело енергії та харчових волокон	287
13.4. Жири хлібних виробів	288
13.5. Органічні кислоти хлібних виробів	289
13.6. Вітамінна цінність хлібних виробів	289
13.7. Мінеральна цінність хлібних виробів	290
13.8. Смак і аромат хліба	292
Розділ 14. Харчові добавки та їх функціональна роль у технології хлібопекарського виробництва	295
14.1. Поліпшувачі окисної дії	296
14.2. Поліпшувачі відновної дії	299
14.3. Ферментні препарати	300
14.4. Поверхнево-активні речовини	304
14.5. Добавки - регулятори консистенції	306
14.6. Органічні кислоти	308

14.7. Мінеральні солі	308
14.8. Ароматизатори та смакові добавки	309
14.9. Цукрозамінники і підсолоджувачі	310
14.10. Консерванти	312
14.11. Комплексні хлібопекарські поліпшувачі	313
14.12. Закваски-підкислювачі	314
Розділ 15. Актуальні проблеми і перспективи розвитку хлібопекарської промисловості	316
15.1. Раціональні технології та переоснащення підприємств	317
15.2. Проблеми покращання асортименту виробів	318
15.3. Проблема забезпечення якості хліба при переробленні борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями	320
15.4. Проблема підвищення споживчої цінності хліба і надання йому функціональних властивостей	323
15.4.1. Молочні продукти як джерело білків, вітамінів, мінеральних речовин	326
15.4.2. Білкові збагачувачі рослинного походження	328
15.4.3. Підвищення споживчої цінності хліба шляхом використання фруктових і овочевих добавок	332
15.4.4. Збагачення хліба вітамінами і мінеральними речовинами	333
15.4.5. Збагачення хліба харчовими волокнами і ентеросорбентами	335
15.4.6. Пекарські полікомпонентні суміші	337
15.5. Проблема забезпечення населення свіжим хлібом	338
15.6. Мікробіологічне ушкодження хліба і заходи по його запобіганню	340
15.7. Виробництво хлібобулочних виробів на пекарнях	345
Розділ 16. Санітарні правила, техніка безпеки та екологічні аспекти виробництва хліба	351
16.1. Санітарно-гігієнічні вимоги у виробництві хліба	351
16.2. Забезпечення охорони праці	354
16.3. Екологічні аспекти виробництва хліба	356
Бібліографічний список	364