

Л.М. Пузік, В.К. Пузік, А.О. Рожков

Технологія переробки продукції рослинництва



**Міністерство аграрної політики і продовольства України
Харківський національний аграрний університет**

Л.М. Пузік, В.К. Пузік, А.О. Рожков

Технологія переробки продукції рослинництва

Навчальний посібник

Рекомендовано Міністерством науки і освіти України

Харків – 2015

ББК П 1/2 я 7

П 88

УДК 631.56:633/635(075.8)

Рецензенти: **В.В. Кириченко**, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН України, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва;

М.А. Бобро, доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент НААН України, зав. кафедри рослинництва, ХНАУ ім. В.В. Докучаєва

*Допущено Міністерством науки і освіти України як навчальний посібник для підготовки фахівців в аграрних навчальних закладах I – IV рівнів акредитації із спеціальностей напрямку «Агрономія»;
лист 1/11 – 10444 від 08.07.2014 р.*

Пузік Л.М.

П 88 Технологія переробки продукції рослинництва: навч. посібник /Л.М. Пузік, В.К. Пузік, А.О. Рожков /Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. – Харків, 2015. – 496 с.

ISBN

У навчальному посібнику висвітлені матеріали з хімічного складу, якості продукції рослинництва як сировини для переробки. Особливе місце займає технологія переробного процесу.

Призначено для підготовки бакалаврів, магістрів спеціальності 1301 “Агрономія” професійне спрямування 7.130103 “Плодівництво і виноградарство” у вищих навчальних закладах III – IV рівня акредитації, а також для фахівців, які бажають підвищити свій рівень знань.

ББК П 1/2 я 7

Друкується за рішенням вченої ради Харківського національного аграрного університету (протокол № 2 від 26.02 2014 р.).

© Пузік Л.М., 2014

© Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва

ISBN

ПЕРЕДМОВА

Суттєва роль у вирішенні проблеми забезпечення населення повноцінними продуктами харчування належить галузі з переробки сільськогосподарської продукції. Весь обсяг сільськогосподарської продукції розподіляється таким чином, що 60% надходить на промислову переробку, 25 % споживається у свіжому вигляді, решта – використовується в самому сільському господарстві. Із перероблюваної сільськогосподарської продукції 85 % як сировина надходить на підприємства харчової, а 15% – у галузі легкої промисловості. Тобто основна галузь, що переробляє сільськогосподарську сировину і є головним інтегратором АПК, – це харчова промисловість, яка виробляє близько 16,3 % продукції промислового виробництва України. Харчова промисловість є однією з провідних галузей промисловості України. Вона є більш як 17 % промислової продукції України і поступається тільки чорній металургії. Харчова промисловість має складну структуру, об'єднуючи понад 20 галузей, що виробляють продукти харчування. Основними серед них є цукрова, борошномельно-круп'яна, олійно-жирова, хлібопекарська, спиртова, плодоконсервна, рибна, молочна, м'ясна, виноробна, кондитерська, пивоварна, тютюнова та ін. Харчова промисловість надзвичайно тісно пов'язана з сільським господарством, яке є головним постачальником сировини для неї. Тому не дивно, що просторова організація харчової промисловості значною мірою визначається особливостями спеціалізації сільського господарства. Визначальну роль у розміщенні підприємств галузей харчової промисловості відіграють сировина і споживач. Ті з них, які використовують малотранспортабельну сировину (що швидко псується) або велику кількість сировини, тяжіють до неї (цукрова, олійна, рибна, плодоконсервна, маслоробна та ін.).

Галузі, в яких затрати на транспортування готової продукції більші, ніж на перевезення сировини, орієнтуються на споживача (кондитерська, хлібопекарська, пивоварна, молочна та ін.). І на сировину, і на споживача орієнтуються м'ясна, борошномельно-круп'яна, тютюнова та інші галузі.

Борошномельно-круп'яна, хлібопекарна та макаронна галузі. Ці галузі відіграють важливу роль у забезпеченні населення такими видами харчових продуктів, як борошно, крупи, хліб, макарони тощо. Їх відходи використовують для виробництва комбікормів. **Борошномельно-круп'яна галузь** набула розвитку в Україні ще в кінці XIX ст. В основному її підприємства розміщуються як в районах вирощування зернових (сировина), так і в містах (споживачі). Найбільшими центрами борошномельно-круп'яної промисловості є *Київ, Харків, Дніпропетровськ, Одеса, Миколаїв, Запоріжжя*. Потужні центри галузі зосереджені у великих містах, морських та річкових портах, залізничних вузлах.

Хлібопекарська галузь набула промислових масштабів розвитку ще на початку XX ст. Термін зберігання свіжого хліба досить обмежений. Це зумовлює розміщення підприємств хлібопекарної промисловості якомога ближче до споживача. Розміри хлібо заводів залежать від людності населених пунктів. У великих містах хлібо заводи значно потужніші, крім того, їх може бути декілька.

Макаронна галузь є відносно молодого в харчовій промисловості України. Орієнтується вона здебільшого на споживача. Великими центрами макаронної промисловості є *Київ, Харків, Дніпропетровськ, Одеса, Хмельницький*.

Кондитерська галузь розвивається ще з кінця XIX ст. Вже тоді в Україні було 48 фабрик, щоправда, малопотужних. Нині кондитерська промисловість набула значних масштабів розвитку. Провідними центрами галузі є *Львів* ("Світоч"), *Київ* ("Рошен"), *Тростянець* ("Крафт Якобз Сушард Україна"), *Харків, Вінниця, Житомир, Донецьк* ("А.В.К"). Більшість підприємств

кондитерської промисловості в Україні розвиваються із залученням іноземного капіталу.

Цукрова промисловість. Цукрова промисловість є однією з найстаріших та найважливіших галузей в Україні. Ще в ХІХ ст. вона досягла значних масштабів розвитку, а Україна була одним з найбільших виробників цукру в світі. Цукрова промисловість в розміщенні орієнтується на сировину, оскільки для виробництва 1 т цукру необхідно переробити 7 т буряків. Нині цукробурякова зона охоплює 19 областей. Проте найбільша концентрація підприємств цукрової промисловості склалася у правобережному лісостепу, де зосереджено 62 % посівів буряків. Там працюють більше сотні цукрових заводів та виробляється 2/3 цукру країни. Провідними виробниками цукру-піску в Україні є *Вінницька, Полтавська, Черкаська, Київська, Тернопільська, Харківська області*. На відходах цукрової промисловості працюють спиртові, вітамінні, дріжджові заводи. Донедавна за виробництвом цукру Україна посідала перше місце в Європі. Ринками збуту її продукції були, в основному, країни колишнього СРСР. Нині ж ці ринки майже повністю втрачено внаслідок неконкурентоспроможності вітчизняного цукру (висока матеріало- й енергомісткість, а отже, собівартість виробництва). Третина заводів в Україні (а їх більш як 190) були збудовані ще в середині ХІХ ст. Більшість таких підприємств мають дуже зношені основні виробничі фонди та малу потужність. Так, середній цукровий завод України може переробити за сезон близько 2,5 тис. т буряків, тоді як у країнах ЄС – 7,5 тис. т. Надмірно довгим є в Україні і сезон цукроваріння, який триває 130 днів, що призводить до втрати цукристості буряків. Тому обсяги виробництва продукції за останні десятиліття скоротилися більш як у два рази (за 1990–2003 рр.). Багато цукрових заводів простоюють або демонтовані.

Олійно-жирова промисловість. Олійно-жирова промисловість виробляє олію, маргарин, майонез та іншу продукцію. Сировиною для неї є насіння соняшнику, ріпака, соя,

кукурудза, рицина. Близько 90 % олії в Україні виробляють із соняшнику. Підприємства галузі розміщені переважно у районах вирощування цієї культури (для виробництва 1 т олії необхідно 3–5 т насіння). Ця галузь нараховує понад 30 великих підприємств та значну кількість невеликих олієнь, які розміщуються в сільських поселеннях. Найбільше їх – у *Дніпропетровській, Запорізькій, Кіровоградській, Донецькій, Луганській областях*. Загальне виробництво олії за останні десятиліття зросло майже удвічі. Найбільшими центрами олійного виробництва є *Дніпропетровськ, Маріуполь, Запоріжжя, Полтава, Одеса, Херсон*.

Плодоконсервна галузь. Ця галузь за останні роки втратила свої позиції у складі харчової промисловості. Плодоконсервна галузь орієнтується на сировину, яка дуже швидко псується (овочі, фрукти, ягоди тощо). Підприємства плодоконсервної промисловості є в усіх регіонах України, проте особливо їх багато в південних і подільських областях, на Закарпатті. Провідними центрами є *Сімферополь, Одеса, Херсон, Ізмаїл, Кам'янець-Подільський*.

Крохмале-паточкова промисловість орієнтується на сировину. Підприємства галузі приурочені до районів вирощування картоплі, тому знаходяться переважно на півночі України. Найбільшими виробниками крохмалю є Чернігівська та Житомирська області.

Виноробна та спиртова промисловість. Сировинною базою для виноробної промисловості є виноград, фрукти та ягоди. Галузь тяжіє до районів вирощування сировини, оскільки оптимальний термін переробки винограду становить 5 год. Заводи вторинної переробки сировини та розливу вина можуть розміщуватися і в районах споживання цієї продукції. Найбільша кількість виноробних підприємств розміщується в *АР Крим, Одеській, Миколаївській, Херсонській, Закарпатській областях*. Виноградні вина торговельних марок “Масандра”, «Інкерман», “Коктебель”, “Золота балка”, “Шустов”, “Шабо” мають загальносвітове визнання. За останні роки в Україні зросло виробництво

високоякісних вин та коньяку. Провідними центрами виноробної галузі є *Масандра, Алушта, Бахчисарай, Ізмаїл, Одеса, Мукачеве*.

Спиртова промисловість зорієнтована на сировину. Спирт використовують більш як у 150 галузях промисловості. Сировинною базою для виробництва спирту є м'яса, дефектний цукор, зерно, картопля. Зазвичай спиртові заводи розміщуються у невеликих населених пунктах. Більшість спирту в Україні виробляють з відходів цукрової промисловості. Провідними його виробниками є *Черкаська, Вінницька, Київська, Чернігівська, Житомирська області*. В окремі роки Україна посідала третє місце в світі (після Бразилії та Росії) за обсягами виробництва спирту.

Лікєро-горілочна промисловість є головним споживачем спирту. Галузь орієнтується на споживача. Провідними центрами лікєро-горілочної промисловості є *Немирів, Київ, Сімферополь, Одеса, Чернігів*.

Виробництво пива та безалкогольних напоїв набули в Україні значного поширення. Найбільшими центрами галузі є *Київ* ("Оболонь", "Росинка"), *Чернігів, Запоріжжя* ("Славутич"), *Харків* ("Рогань"), *Миргород, Бровари*.

Для ефективного функціонування переробних галузей сьогодні для фахівців дуже важливим є економічно виважене з'ясування питання організації цивілізованих відносин між виробником і споживачем – переробними заводами, торговими організаціями. Книга може бути корисною для фахівців харчової промисловості і агропромислових підприємств, що займаються переробкою зерна, плодоовочевої продукції, студентів вищих навчальних закладів відповідних спеціальностей, а також для бажаючих організувати власне виробництво.

Їжа є джерелом сили в нашому організмі тільки тому, що вона – не що інше, як консерв сонячного проміння

К.А. Тимірязєв

РОЗДІЛ І

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНА (НАСІННЯ) ЯК ОБ'ЄКТА ПЕРЕРОБКИ

Зерно і насіння є концентратом консерву сонячного проміння завдяки малому вмісту в них вологи і величезному, порівняно з іншими рослинними об'єктами, нагромадженню білків, вуглеводів і жиру.

Розвиток вчення про харчування людини і продуктивну годівлю тварин, наявність галузей промисловості, що використовують зерно як сировину, зростання вимог до зерна на світовому ринку викликають потребу дальшого вивчення хімічного складу зерна і насіння всіх культур на новій біохімічній основі.

1.1. Компоненти хімічного складу зерна і насіння

1.1.1. Вода. У плодах і насінні є певна кількість води. Процент вмісту її залежить від роду зерна, його анатомічних особливостей, кількості гідрофільних колоїдів, що є в ньому, ступеня стиглості зерна, умов зберігання і транспортування врожаю.

Вода зв'язана з хімічними речовинами зерна і його анатомічними структурами по-різному. Найпоширенішу класифікацію форм зв'язку води в матеріалах запропонував акад. П. О. Ребіндер. В її

основу покладено енергетичний принцип. За цією класифікацією вода в різних матеріалах може бути в таких видах.

Хімічно зв'язана вода. Вона входить до складу молекул речовин у точно визначених співвідношеннях. Виділити таку воду можна тільки прожарюванням або хімічною дією на зерно. При цьому руйнується і структура речовини.

Фізико-хімічно зв'язана вода. Вона входить до складу матеріалу в різних нестрого визначених співвідношеннях. До цієї форми зв'язку належить адсорбційно зв'язана, осмотично увібрана і структурна вода.

Молекули води, сорбовані гідрофільними колоїдами, втрачають властивості розчинника, не можуть легко переміщатися і брати участь у хімічних реакціях. Тому вода, зв'язана фізико-хімічно, і дістала назву зв'язаної. У зерні, яке містить воду тільки в такому стані, фізіологічні процеси зведені до мінімуму.

Механічно, зв'язана вода. Це вода, яка міститься в мікро- і макрокапілярах зерна. Вона має всі властивості води і дістала назву вільної. Таку воду легко видалити під час висушування.

Різні форми зв'язку води з капілярно-пористими колоїдними тілами не розмежовані різко між собою. Так, осмотично увібрана і структурна вода, яка бере участь у формуванні гелю, трохи слабше зв'язана з матеріалом, ніж адсорбційно зв'язана вода, і тому має більшу рухомість. І навпаки, вода, яка зв'язана мікрокапілярами з діаметром менше 10^{-5} см, наближається за властивостями до води зв'язаної.

Вода, що видаляється із зерна під час його досить, інтенсивного висушування в цілому або розмеленому вигляді (при 105° до постійної маси або при вищих температурах, наприклад 130° , протягом певного строку), дістала назву *гігроскопічної*. Вона включає всю вільну воду і майже всю фізично зв'язану. Вологість зерна, яку визначають у лабораторних умовах, характеризує кількість наявної в ньому гігроскопічної вологи.

Вологість зерна під час збирання і надходження його на хлібоприймальні пункти коливається у великих межах. В різних кліматичних зонах вологість партій зерна і насіння різних культур коливається від 7–9 % до 25–30 % і більше.

У зв'язку з таким коливанням вологості зерна при визначенні хімічного складу вміст речовин виражають на абсолютно суху речовину або доводять до вологості 14–15 %, яка характерна для так званого повітряно-сухого стану зерна.

1.1.2. Мінеральні речовини. До складу кожної зернини або насінини входять мінеральні, або зольні, речовини. Кількість їх встановлюють у результаті повного спалювання подрібненого зерна при температурі 600–900°.

У зерні містяться фосфор, калій, магній, кальцій, натрій, залізо, кремній, сірка і хлор. Дуже мало в ньому сполук, які містять марганець, цинк, нікель, кобальт та ін.

Ці елементи входять до складу різних органічних сполук або перебувають у вигляді солей фосфорної (K_2HPO_4 , KH_2PO_4 , $CaHPO_4$ і т. д.) та інших кислот. Близько 85 % загального вмісту фосфору в зерні є в органічних сполуках – білках, жироподібних речовинах тощо, тому назва «мінеральні речовини» до деякої міри умовна.

Зерно і вироблені з нього продукти (борошно, хліб, крупи і деякі ін.) є найважливішим джерелом мінеральних речовин для людини. Загальні дані про вміст мінеральних речовин у зерні і насінні основних культур наведено в табл. 1.

Співвідношення між елементами у складі золи в зерні і насінні різних культур неоднакове. Наприклад, у зерні проса і вівса кремнію в 20 разів більше, ніж у пшениці, проте основну масу всюди становлять фосфор, калій і магній. Нижче наведено склад золи зернівки пшениці, виражений процентним відношенням окислів до загальної маси золи: P_2O_5 – 49,3; K_2O – 31,8; MgO – 14,4; CaO – 4,3; Na_2O – 1,1; Fe_2O_3 – 0,4; SiO_2 – 0,1; SO_3 – 0,1; CCl_2 – 0,9.

Таблиця 1

**Вміст мінеральних речовин (золи) у зерні і насінні
різних культур, % на абсолютно суху речовину**

Культура	Зольність	Культура	Зольність	Культура	Зольність
Пшениця	1,6–2,3	Овес	2,8–3,6	Сочевиця	2,4–3,0
Жито	1,7–2,2	Просо	3,0–4,5	Соя	4,5–5,6
Кукурудза	1,4–1,9	Рис	5,0–6,0	Соняшник	3,0–4,0
Ячмінь	2,4–3,0	Горох	2,8–3,6	Рицина	2,6–3,5

Споживаючи печений хліб, людина дістає у потрібній їй кількості магній, значну частину фосфору, заліза і калію. Дуже мало в зерні кальцію. У табл. 2 наведено дані про вміст деяких елементів у печеному хлібі.

Таблиця 2

Вміст деяких елементів у печеному хлібі, мг на 100 г хліба

Хліб з борошна	Фосфор	Кальцій	Залізо
Пшеничного оббивного	246,5	26,1	2,7
Пшеничного першого сорту	131,2	14,6	1,1

Вміст зольних речовин у зерні визначається спалюванням наважки, вміщеної в тигель, у муфельних печах із застосуванням прискорювачів (азотної кислоти, спиртового розчину оцтово-кислого магнію) або без прискорювачів (основний метод).

1.1.3. Азотні речовини. Основну масу азотистих речовин у зерні і насінні становлять білки. Вміст небілкових азотистих речовин у нормально достиглій зернині або насіниці дуже обмежений: 2–3 % загальної кількості азотистих речовин. Це головним чином вільні амінокислоти й аміди.

Підвищений вміст небілкових азотистих речовин буває в зернинах і насінинах, в яких ще не закінчився процес достигання,

які проростають або піддаються самозігріванню. Якщо зерно зіпсоване в результаті активного розвитку мікроорганізмів, у ньому нагромаджується й аміак. Отже, підвищена кількість азотистих небілкових речовин у зерні свідчить про недостатню його стиглість або зіпсованість. Недостигле зерно і насіння мають знижену технологічну і харчову якість.

З інших азотистих речовин небілкового походження трапляються алкалоїди (азотисті речовини основного характеру). Вони містяться в насінні деяких культурних рослин, наприклад, у маку опійному є алкалоїд морфін, якого особливо багато в молочному соку, рицині (рицинін) тощо, а також у насінні бур'янів, наприклад триходесми інканум (сивої), геліотропа опушеноплідного, гірчака, софори, мишатника та інших, що належать до шкідливих домішок.

Білки – це складні високомолекулярні сполуки, до складу яких входять вуглець (51–55 %), азот (16,5–18,5 %), кисень (21–23 %), водень (6,6–7,3 %), сірка (0,3–2,4%). Деякі білки містять фосфор (0,2–2,0 %), залізо та інші елементи. Первинна структура білків утворена поліпептидними ланцюжками з різних амінокислот. Різноманітність хімічних і фізико-хімічних властивостей білків зумовлена відмінностями в первинній, вторинній, третинній і четвертинній структурах їх молекул. Спеціальні методи дозволяють одержати важливі відомості про властивості білків, їх роль у технологічних процесах борошномельного, круп'яного, хлібопекарського та макаронного виробництва і спрямувати ці процеси в бажаному напрямку.

Для характеристики білкових речовин визначають амінокислоти, які містяться в продуктах харчування. Основними структурними елементами білків є такі двадцять амінокислот: глікокол, аланін, норвалін, валін, лейцин, ізолейцин, лізин, аргінін, аспарагінова кислота, глютамінова кислота, треонін, серин, цистин, цистеїн, метионін, фенілаланін, тирозин, пролін, гістидин, триптофан. Усі ці амінокислоти синтезуються рослинним

організмом і мають важливе значення для усіх живих істот, тому що за рахунок них здійснюється синтез білка.

Особливо суттєве значення мають незамінні амінокислоти. Організм людини і тварини не може синтезувати ці амінокислоти і повинен одержувати їх у готовому вигляді з продуктами харчування. Незамінними для людини вважаються 8 амінокислот: лізин, триптофан, метіонін, фенілаланін, валін, треонін, ізолейцин і лейцин, для тварин – ще аргінін і гістидин. Їх вміст залежить від культури, її сорту, а також умов вирощування (табл. 3).

Таблиця 3

***Вміст незамінних амінокислот в білку зерна
(г на 100 г білка)***

Аміно-кислота	Пшениця	Кукурудза	Рис	Жито	Овес
Аргінін	4,3	4,8	7,2	5,6	6,0
Гістидин	2,1	2,5	1,7	2,4	2,0
<i>Лізин</i>	2,7	2,3	3,2	4,1	3,3
Лейцин	7,0	15,0	8,2	6,1	8,0
Ізолейцин	4,0	6,4	5,2	3,4	5,3
Валін	4,3	5,3	6,2	1,5	6,5
Метионін	2,5	3,1	3,0	1,8	2,3
Треонін	3,3	3,7	3,8	3,2	3,5
Фенілаланін	5,1	5,0	5,0	3,2	6,9
Триптофан	1,2	0,6	1,3	1,0	1,3

Лізин потрібний для синтезу складних білків – нуклепротеїдів, які містяться в значній кількості в ядрах клітин і відіграють першочергову роль в явищах спадковості.

Триптофан потрібний для синтезу гемоглобіну крові і нікотинової кислоти (вітамін РР), яка стимулює процеси біологічного окислення. Нестача вітаміну РР викликає захворювання шкіри. В організмі людини нікотинова кислота може синтезуватися із триптофану, внаслідок чого потреба у вітаміні РР змінюється залежно від вмісту в продукті триптофану (тобто від рівня білковості продукту харчування).

Метионін, цистин і цистеїн є джерелом сірки, вони беруть участь в окислювально-відновних процесах організму. Метионін потрібний для синтезу гормону адреналіну і біологічно важливих речовин - креатину і холіну.

Лейцин сприяє утворенню холестерину і каротиноїдів. В організмі людини і тварини каротиноїди відіграють важливу роль як вихідна речовина для синтезу вітамінів групи А.

Фенілаланін бере участь в утворенні гормону адреналіну, який впливає на обмін речовин. Порушення обміну фенілаланіну викликає у немовлят недоумкуватість.

Вмістом незамінних амінокислот визначається біологічна цінність білка. Відсутність або нестача цих амінокислот в продуктах харчування викликає порушення нормальної діяльності організму людини. Якщо людина щоденно не одержить 1 г триптофану, 4–6 – лейцину, 1–4 – ізолейцину, 4 – валіну, 2–3 – треоніну, 3–5 лізіну, 2–4 – метіаніну, 2–4 – фенілаланіну (в сумі всього від 21 до 31 г), то рівновага між процесами розпаду і синтезу порушиться, і людина буде голодувати, не відчуваючи почуття голоду. Отже, білки злакових культур повноцінні за деякими незамінними амінокислотами, перш за все за лізіном, метионіном, триптофаном і треоніном. Для харчування тваринного організму і організму людини важливе значення має збалансованість амінокислотного складу білків.

У білку знаходяться різні форми зв'язку. Велика і складна молекула білка утворюється внаслідок виникнення різноманітних зв'язків різної міцності. Найміцніші – ковалентні зв'язки. До них належать пептидні, дисульфідні і складноефірні.

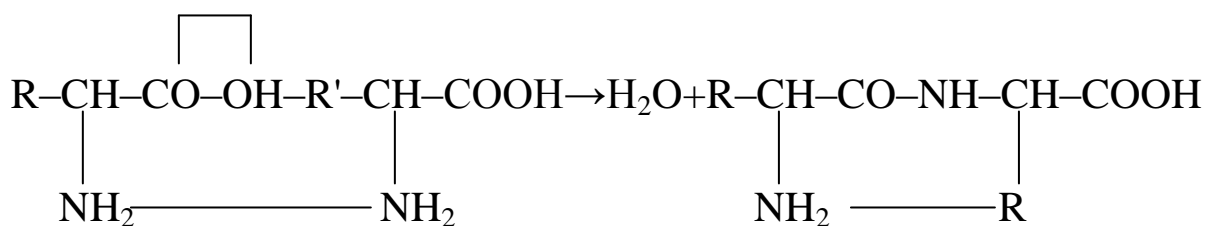
Пептидним зв'язком ($-\text{CO}-\text{NH}-$) з'єднуються між собою рештки амінокислот. Дисульфідний зв'язок ($-\text{S}-\text{S}-$) утворюється за рахунок двох сульфогідрильних груп ($-\text{SH}$) решток цистеїну. Для фосфопротейнів характерне утворення ефірів фосфорної кислоти і серину.

Важливим є також іонний зв'язок (сольовий), характерний для солей і обумовлений притяганням між протилежно зарядженими іонами.

В білках існують також слабкі водневі зв'язки. Водневий зв'язок проявляється між атомами водню з атомами найбільш електровід'ємних елементів (O, N, Fe тощо). Він слабкіший, ніж ковалентний чи іонний зв'язок, але сильніший, ніж слабкі сили міжмолекулярного притягання. Ще слабкіші гідрофобні взаємодії – особливий різновид слабких міжмолекулярних сил, які діють лише між неполярними молекулами (радикалами) і тільки у водяному середовищі. Гідрофобною взаємодією володіють рештки (радикали) валіну, лейцину, фенілаланіну, а також, можливо, проліну, аланіну, триптофану і цистину.

За сучасним уявленням білки мають декілька послідовних типів просторової організації структури. Розрізняють чотири рівні структури або організації білкової молекули: первинна, вторинна, третинна і четвертинна.

Первинна структура виникає завдяки пептидним зв'язкам між оскарбоксильною і α -аміногрупою:



Вторинна структура утворюється завдяки водневим зв'язкам. Хоч водневі зв'язки слабкі, але вони присутні в молекулі білка в значній кількості і тому відіграють важливу роль в підтриманні структури білкової молекули.

Третинною структурою називають упаковку в просторі поліпептидного ланцюга, окремі ділянки якого мають вторинну структуру. За формою білкової молекули, яка склалася на третьому рівні просторової її організації, розрізняють білки глобулярні і фібрилярні. Глобулярні білки – розчинні речовини з компактною третинною структурою. За формою вони наближаються до кулі або еліпсоїда обертання. Фібрилярні білки мають ниткоподібну форму. Вони, як правило, нерозчинні, виконують захисні функції.

Четвертинна структура – це асоціація декількох мономерів, які утворені окремими поліпептидними ланцюгами. Четвертинну структуру утворюють водневі зв'язки.

Білки зерна за здатністю розчинятись у різних розчинниках поділяють на *альбуміни* – розчинні в чистій воді і в сольових розчинах; *глобуліни* – розчинні тільки в сольових розчинах, але не розчинні в чистій воді; *проламіни* – не розчинні у воді і в сольових розчинах, специфічним розчинником для цих білків є етиловий або метиловий спирт у концентрації від 50 до 70 %; *глютеліни* – розчинні тільки в слабких кислотах або лугах.

У зерні міститься декілька тисяч білків, що мають різні функції: структурні, транспортні, захисні, запасні тощо. Основна частина їх представлена різними ферментами, які забезпечують життєдіяльність клітин в процесі формування і досягання зерна, а також розвитку рослин під час проростання насіння. Найбільше в зерні запасних білків: проламінів і глютелінів, частка яких у сумарному білку становить 80–85 %. Розглянемо специфічне значення білкових речовин на прикладі окремих культур.

Білкові речовини пшеничного зерна. Для використання зерна на харчові цілі важливе значення мають запасні білки, які в пшениці зумовлюють хлібопекарські властивості борошна. Ці запасні білки: проламіни (у пшениці вони називаються гліадином) і глютеліни (у пшениці – це глютенін) утворюють клейковину, яка відіграє першочергову роль у хлібопекарській і макаронній промисловості. Раніше вважали, що кращі хлібопекарські якості пшениці проявляються, якщо співвідношення між гліадином і глютеніном

близьке до одиниці. Проте останнім часом встановлено, що чим більший вміст глютеніну, тим повноцінніший хліб, бо глютенін має більший вміст незамінних амінокислот.

Великий вміст клейковини не лише поліпшує харчову цінність хліба, а є основною умовою доброї хлібопекарської якості борошна і значною мірою зумовлює об'ємний вихід хліба, співвідношення між висотою череневого хліба і його діаметром, шпаристість і зовнішній вигляд. Від кількості клейковини і її якості в основному залежать реологічні властивості тіста.

Уже давно були спроби з'ясувати фізико-хімічну природу клейковини і вплив її на якість, тобто визначити, від яких властивостей, складу чи будови клейковинного комплексу залежить пружність, розтяжність, здатність до склеювання в зв'язну масу тощо. Це питання має не лише теоретичне значення, а й практичне. Його вирішення дозволить змінювати якість клейковини в бажаному напрямку, діючи на зерно в процесі утворення, досягання, зберігання і переробки, а також у процесі селекції.

Деякі дослідники намагались знайти залежність між якістю клейковини і її фракційним складом. Передбачалось, що основна роль належить співвідношенню гліадину і глютеніну. Але роботами М.І. Княгінічева, А.Б. Вакара доведено, що взаємозв'язок між цим співвідношенням і хлібопекарськими властивостями борошна відсутній. Разом з тим було встановлено, що клейковина сильних пшениць менше розчиняється в соліцилаті натрію і оцтовій кислоті.

Робилися спроби виявити, чи не залежить якість клейковини від її амінокислотного складу. Проте досліді А.Б. Вакара, Ф.О. Поперелі, О.О. Созінова показали, що навіть неоднакові сорти за якістю не різнилися за амінокислотним складом.

Останнім часом встановлено, що якість клейковини визначається неоднаковим агрегатним складом її білкових молекул, які утворюють своєрідну просторову структуру міцності за рахунок різної кількості різних поперечних зв'язків, або "місточків", що з'єднують окремі поліпептидні ланцюги в єдине ціле. Структура молекули сильної, пружної клейковини відрізняється від структури слабкої, розтяжної

більшою кількістю поперечних зв'язків. Однак фізичні властивості її визначаються не лише загальною кількістю поперечних "місточків", а і їхньою природою та просторовим розміщенням. Сукупність цих факторів зумовлює ступінь взаємодії білкових макромолекул клейковини, доступність гідрофільних і хімічно активних угруповань для дії розчинників, ступінь здатності до утворення ще високомолекулярніших комплексів між собою або з речовинами іншої природи. При цьому важливе значення для якості клейковини мають дисульфідні зв'язки. Було встановлено, що клейковина сортів сильної пшениці містить більше цих зв'язків, ніж слабкої. Проте кількість дисульфідних зв'язків зазнає істотної мінливості під впливом умов вирощування і зберігання, тому цей критерій не може бути достатнім для визначення якості клейковинного комплексу. Очевидно, основну причину мінливості якості клейковини треба шукати в гетерогенності й поліморфізмі білків.

Важливо, що синтез кожного білка регулюється генетично і, можливо, кожний простий білок є безпосереднім продуктом діяльності структурного гена. Встановлено, що гени, які контролюють синтез гліадину пшениці, локалізовані в хромосомах 1А, 1В, 1Д, 6А, 6В, 6Д (Шеферд). Вивчено не лише амінокислотний склад, але й послідовність амінокислотних залишків деяких проламінів. Доведено, що ці білки насичені амінокислотними залишками глютамінової кислоти і проліну.

Запасні білки зерна синтезуються на рибосомах, які прикріплені до мембран ендоплазматичного ретикулуму. Поліпептидні ланцюги проникають крізь мембрану, з'єднуються з залишками глюкози й утворюють так звані білкові тіла. Надзвичайно важливо, що під час синтезу запасних білків вони зразу ж виходять із цитоплазми і не утворюють розчинного продукту. У зв'язку з цим, незалежно від загальної кількості в зерні запасних білків, їх концентрація в цитоплазмі не збільшується. Тобто теоретично частка білка в зерні може бути значно збільшена без втрат для метаболічних процесів у клітинах. Певно, причини, які зумовлюють відносно невелику білковість пшениці, не пов'язані з негативною дією підвищеної

концентрації білка на інтенсивність його біосинтезу. Про значну лабільність білоксинтезуючої системи свідчить те, що, наприклад, за даними науковця Г.П. Жемели, у озимої пшениці Безоста 1 вміст білка в зерні під впливом умов вирощування коливався від 8 до 19% . Подібне явище відбувається і в інших сортів. Очевидно, фактори, які лімітують вміст білка в зерні на високоврожайних ділянках, не пов'язані з недостатньою ефективністю білоксинтезуючої системи.

Встановлено, що за збільшеної білковості зерна під впливом умов вирощування синтез спирторозчинних білків відбувається швидше. Це зумовлює зменшення вмісту лізину в білку зі збільшенням його в зерні. Така залежність пов'язана зі збільшенням проламінів у сумарному білку, які в пшениці мають усього 0,5–0,7 % лізину. Виявлена закономірність дозволяє розраховувати вміст лізину в білку певного сорту з різним рівнем білковості. Але треба мати на увазі, що ця залежність має криволінійний характер і при вмісті білка більше 14–15 % майже не проявляється.

Незважаючи на таку залежність, вміст лізину в одиниці маси зерна в міру збільшення його білковості зростає. Це пояснюється тим, що деяке зменшення лізину в білку менше впливає на його вміст в зерні, ніж збільшення білковості. Наприклад, якщо вміст білка в пшеничному зерні дорівнює 10 %, а в ньому лізину 2,8 %, то в 100 г зерна буде 2,8 г лізину. Якщо ж вміст білка досягне 14 % і кількість лізину в ньому зменшиться до 2,6 %, то в 100 г зерна його буде 3,6 г, або на 0,8 г більше.

Вміст клейковини і її якість, а звідси й хлібопекарська цінність пшениці змінюються в значних межах. Фактори, які впливають на клейковину, можна об'єднати в три групи:

- ◆ внутрішні причини, властиві сорту (генетичні);
- ◆ умови вирощування рослин і досягання зерна (екологічні);
- ◆ дія фізичних і хімічних агентів, якими обробляють зерно, борошно чи клейковину (екзогенні).

Сорт має в собі сукупність усіх спадкових факторів рослин, від яких значною мірою залежить хімічний склад тканин рослини, в тому числі і його найважливішого продуктивного органу – зерна (насіння).

У зв'язку з цим стає зрозумілою спадкова різниця сортів пшениці за здатністю накопичувати за одних і тих же умов певну кількість білка і клейковини. За технологічними ознаками продукція нового сорту має відповідати підвищеним продовольчим вимогам. Зерно сортів сильної пшениці (поліпшувача) потрібно для виготовлення хліба, макаронів, кондитерських виробів. Для пивоваріння, крохмалепатокової, круп'яної, олійної промисловості використовують зерно з відповідними ознаками. Зерно з великим вмістом білка і незамінних амінокислот з підвищеним вмістом вітамінів групи В і РР, поліпшеним складом мінеральних речовин, зокрема сполук заліза тощо, потрібно для годівлі сільськогосподарських тварин.

У даний час селекція перебуває на порозі нового етапу, який характеризується перебудовою фізико-хімічних властивостей зерна. Широкі перспективи відкриваються перед селекцією на якість. Проте до програми селекційних робіт неможливо приступати, доки не будуть з'ясовані основні вимоги до якості зерна. У міру вивчення природи спадковості й умов зовнішнього середовища будуть розроблені досконаліші методи вивчення якості зерна. На даному етапі успішно аналізуються ознаки якості з точки зору внутрішнього використання або експорту, поділу їх на різні компоненти і встановлення стандартів як контролю. Крім того, вивчається пристосованість сортів до окремих умов і класифікація їх відповідно до стандартів. Розробляються точні методи прогнозу якості, які можна застосувати на невеликих зразках зерна під час вивчення якості ранніх поколінь гібридів. Зусилля багатьох учених спрямовані на одержання якомога більшої кількості даних про характер успадкування ознак якості, про використання в селекції на якість тих самих методів, які застосовують для інших ознак. Успіх у селекції на якість зерна значною мірою залежить від ступеня вивчення генетики тієї чи іншої ознаки, від знання селекціонером основних принципів підбору батьківських форм, характеру успадкування ознак якості зерна, величини спадковості їх, можливості і шляхів трансгенної селекції.

Багато ознак якості зерна займають проміжне положення за спадковістю і контролюються більш як двома парами генетичних факторів, але вони не такі складні і меншою мірою залежать від умов зовнішнього середовища, ніж урожайність. Очевидно, вибираючи ознаки для раннього вивчення, потрібно керуватися насамперед спадковістю. Якщо спадковість значна, лінії треба вивчати якомога раніше, а всі недостатньо перспективні лінії вибракувати. Генотипові властивості сортів значно впливають на багато ознак якості зерна. Під жорстким генотиповим контролем знаходяться такі ознаки, як розмір, форма, колір і консистенція зерна, маса 1000 зерен, реологічні властивості тіста і його хлібопекарські цінності. Установлена достовірна різниця в активності ферментів амілазного комплексу, у вмісті вітамінів і деяких мінеральних речовин, рівні білковості, амінокислотному складі білка та інших ознак.

Нові сорти пшениці за технологічними ознаками мають відзначатися великим вмістом білка в зерні і добрими хлібопекарськими властивостями, які характерні для сильних пшениць. За біологічними властивостями новий сорт повинен мати добру генетичну композицію ознак якості зерна, максимально використовувати родючість ґрунту та протидіяти факторам, що погіршують якість продукції. Він має також володіти здатністю акумулювати азот у рослині і переміщувати його в зерно до початку воскової стиглості.

Селекціонер, який працює з пшеницею, зобов'язаний правильно розв'язати насамперед такі питання: як створити у гібридних рослин потрібні технологічні якості, як інтенсифікувати нагромадження білка та клейковини в зерні, поліпшити їх якість і спадково закріпити її в сортах, використати досить велику відмінність у ступені пластичності та у варіюванні окремих біохімічних процесів.

Усі сорти м'якої пшениці за генетичними властивостями поділяються на три групи: сильні, середні і слабкі. Сильними, або поліпшувачами, називають сорти м'якої пшениці, з борошна яких за відповідного технологічного процесу приготування тіста одержують

формостійкий хліб великого об'єму, з доброю шпаристою м'якушкою. Характерна особливість клейковини з борошна цих пшениць полягає в тому, що за весь період виготовлення тіста (бродіння і механічної обробки) вона гідролізується в межах, які не порушують добру газотримувальну здатність тіста. Додавання таких пшениць до партій з поганими хлібопекарськими властивостями забезпечує одержання борошна, доброго в хлібопекарському відношенні.

Середні, або цінні пшениці, їх ще називають філерами, дають борошно і хліб доброї якості без додавання сортів-поліпшувачів.

У слабких пшениць генетично слабка клейковина. Слабкі пшениці дають хліб з малим об'ємним виходом і поганою шпаристістю. В табл. 4 наведена характеристика сортів сильних і цінних пшениць, усі показники, що менші від показників цінних пшениць, характерні для слабких пшениць.

Таблиця 4

Характеристика зерна сортів сильної і цінної пшениці за технологічними, хімічними, фізико-хімічними та реологічними показниками

Показник якості	Пшениця	
	сильна	цінна
	Твердозерні і середньотвердозерні	
Склоподібність, %, не менше	60	50
Білок, %, не менше	14	13
Клейковина в зерні, %, не менше	28	25
Клейковина в борошні 70%-го виходу (ручний метод), %, не менше	32	29
Клейковина в борошні 70% -го виходу (інструментальний метод за допомогою глютоматіка), %, не менше	30	27

Продовження табл. 4

Якість клейковини в зерні і борошні (за ВДК-1), од. п.	45–75	45–85
Розрідження тіста за фаринографом, од. ф., не більше	60	80
Валориметрична оцінка, од. в., не менше	70	55
Сила борошна, од. а., не менше	280	260
Пружність тіста за альвеографом, мм, не менше	80	70
Співвідношення пружності до розтяжності за альвеографом	0,7–2,0	0,7–2,2
Об'єм хліба, см ³ , не менше	1200	1000
Загальна оцінка балів, не менше	4,5	4

Вирішальний вплив на вміст і особливо якість клейковини мають екологічні умови. Вони можуть суттєво викривити кількісну і якісну характеристику білкового комплексу як спадкової ознаки. Рівень агротехніки, що впливає на ріст і розвиток рослин, є антропогенним фактором, який визначає ступінь реалізації ґрунтово-кліматичних ресурсів урожаю і якості зерна на практиці, а також об'єктивним критерієм культури землеробства регіону чи окремого господарства. Відміни в якості зерна зумовлені не лише впливом різних метеорологічних умов, але й пов'язані з різною родючістю ґрунту. Родючість ґрунту – це один з найважливіших факторів формування якості зерна.

Найкраща якість зерна спостерігається на чорноземах, дещо гірша – на каштанових ґрунтах, далі вона погіршується від бурих ґрунтів до сіроземів і найгірша буває на підзолах.

Ґрунтове середовище, як і родючість ґрунту, значно впливає на якість зерна. При вирощуванні рослин на кислих ґрунтах зменшується вміст білка і збільшується кількість небілкового азоту в зерні. Це пояснюється негативним впливом підвищеної кислотності на використання вуглеводів для побудови білків. У

кислому середовищі уповільнюється перехід моносахаридів у дисахариди та в інші складніші органічні сполуки. Кисла реакція середовища посилює гідролітичні процеси і послаблює синтетичні, а це призводить до уповільнення процесу утворення сахарози і білкових речовин. Кисле середовище погіршує живлення рослин азотом і гальмує утворення в них білкових речовин.

Серед метеорологічних факторів на формування якості зерна найбільше впливають температура і вологість повітря в період від початку молочного стану до кінця воскової стиглості. При середньодобовій температурі повітря вище 20°C і відносній вологості менше 55 % в цей час формується щупле, з низькою натурою зерно, а також руйнується клейковина, що негативно впливає на її якість, силу борошна і хлібопекарські властивості. Вплив температурного режиму на якість зерна виявляється внаслідок дії його на фізіологічні процеси рослин (фотосинтез, транспірацію, дихання), біологічні і хімічні процеси ґрунту.

Збільшення вмісту білка в зерні за підвищеної температури пояснюється дією тепла на швидкість вбирання рослинного азоту і фосфору. За температури 25°C зменшується кількість водорозчинної фосфорної кислоти (біологічне закріплення в ґрунті), що викликає менший доступ фосфору в рослину, відносно велике накоплення азоту в зерні. При цьому прискорюється ріст рослин, посилюється енергія дихання, унаслідок чого співвідношення азоту і вуглеводів збільшується, посилюються процеси нітрифікації в ґрунті, а це сприяє збагаченню його азотом.

У холодну погоду за підвищеної вологості повітря і ґрунту в зерні більше формується вуглеводів і менше білків. Висока температура повітря і недостатня вологість ґрунту під час наливу і досягання зерна, з одного боку, гальмують нормальну діяльність асиміляційного апарату рослин, з другого – посилюють процеси дихання зерна, а у зв'язку з цим і витрати вуглеводів. Ці два процеси зумовлюють збільшення вмісту білка в зерні пшениці.

Якість зерна залежить також від інтенсивності, тривалості і складу сонячного освітлення. Інтенсивність його за високої

температури повітря і невеликих запасів води в ґрунті, посилюючи процеси дихання, зменшує накопиченню вуглеводів у зерні. Посиленому накопиченню азоту в рослинах сприяє освітлення короткохвильовими (380–470 нм) сонячними променями. Але ультрафіолетові промені дуже поглинаються паром води, тому в похмурі дні інтенсивність радіації значно зменшується, а це пригнічує синтез азотистих речовин. Під найактивніше короткохвильове освітлення потрапляють рослини в степових посушливих районах. Це один із факторів більшого вмісту білка в зерні. Для синтезу доброякісних білків необхідно мати високий енергетичний рівень середовища – це інтенсивна, багата ультрафіолетовими променями сонячна інсоляція і відносно висока температура при обмеженому водозабезпеченні.

Накопичення білкових речовин у зерні залежить від вмісту води в ґрунті. Доведено, що зі збільшенням її зменшується вміст білка в зерні. Зумовлено це тим, що за дефіциту води формується менша врожайність, внаслідок чого легкодоступного азоту ґрунту витрачається відносно менше на ростові процеси рослин, а більше на зерноутворення. Надмірне зволоження ґрунту в період після колосіння до початку воскової стиглості зерна негативно впливає на вміст білка і клейковини та її якість.

Усі ці фактори в тісному взаємопов'язаному комплексі впливають на формування якості зерна. У природі виявлена чітка залежність: вміст білка у зерні збільшується з північного заходу на південний схід. Це стосується також кількості і якості клейковини. Остання у північному і західному регіонах буде слабкою, розтяжною, нееластичною, у південному і східному – міцною, пружною, яка швидко рветься. При цьому необхідно мати на увазі, що така залежність буде лише в межах одного сорту або групи сортів одного класу якості.

Проте хоч ґрунти і умови погоди можуть позитивно впливати на якість зерна, але тільки їх сприятлива дія не може гарантувати доброї якості врожаю. На якість зерна суттєво впливають агротехнічні фактори: попередники, способи і строки обробітку ґрунту, вид,

склад, дози, строки і способи внесення добрив, строки сівби і норми висіву насіння, зрошення, боротьба з бур'янами, шкідниками і хворобами, строки і способи збирання тощо.

Суттєвий вплив на кількість і якість клейковини мають екзогенні фактори. Це дія фізичних і хімічних агентів, якими обробляють зерно, борошно чи клейковину.

Якість клейковини значною мірою залежить від підвищених температур під час сушіння і гарячого кондиціювання зерна перед розмелюванням. Підвищені температури зміцнюють клейковину. Проте, якщо температура нагрівання зерна буде досить високою, білки клейковини денатуруються. Внаслідок цього зерно втрачає свою хлібопекарську якість.

На якість клейковини суттєво впливають речовини, які містять сульфгідрильну групу – SH. Ці речовини, додані в незначній кількості у борошно чи тісто, різко погіршують якість клейковини і тіста: викликають їх розпливання і розрідження. Серед сполук, які містять групу SH, особлива роль належить цистеїну і глутатіону. Глутатіон міститься в значній кількості в зародку пшеничного зерна (0,45 %), а також в дріжджах, особливо старих. Глутатіон розріджуюче впливає на клейковину: тісто повністю розпливається. Розріджуюча дія цистеїну і глутадіону на тісто і клейковину пояснюється тим, що ці речовини активізують протеолітичні ферменти борошна.

У зерні, пошкодженому клопом-черепашкою, негативно діють протеолітичні ферменти цього шкідника, які дуже довго зберігають свою активність. Під час розмелювання борошно з пошкоджених зерен змішується з борошном здорового зерна. До того часу, поки воно зберігається в сухому стані, фермент не діє, але варто лише замісити тісто, як починається бурхливий процес розщеплення білкових молекул. Внаслідок цього клейковина втрачає свої властивості, стає мазкою, розтяжною, набуває сірого або темно-сірого кольору. Одержане з такого борошна тісто має невелику пружність, розпливається, не зберігає властиву йому форму.

У погіршенні реологічних властивостей клейковини суттєве значення має фермент протеїндисульфідредуктаза, який руйнує дисульфідні зв'язки в білках. Його активність збільшується в пророслому і недозрілому зерні.

Білки зерна жита. Вміст білка в зерні жита коливається від 9 до 20 %. За амінокислотним складом білки жита дещо відрізняються від білків пшениці (табл. 5).

Таблиця 5

***Вміст амінокислот в зерні пшениці, жита, тритікале, %
від загального вмісту білка***

Амінокислота	Пшениця	Жито	Тритікале
Лізін	3,00	4,09	3,50
Гістидин	2,25	2,25	2,35
Аргінін	4,36	4,79	5,22
Аспарагінова кислота	4,98	6,92	5,80
Треонін	2,68	3,06	2,80
Серин	3,90	3,81	3,74
Глютамінова кислота	31,18	24,95	29,93
Пролін	9,46	11,00	12,01
Гліцин	3,66	3,76	3,60
Аланін	3,62	4,56	3,98
Валін	4,11	4,55	4,22
Ізолейцин	3,53	3,57	3,67
Лейцин	6,38	6,36	6,88
Тирозин	2,46	1,99	2,29
Фенілаланін	4,48	4,62	4,79
Триптофан	1,07	1,07	1,00
Аміак	3,24	3,12	3,26

Білки жита в зв'язку зі збільшеним вмістом незамінних амінокислот – лізину, треоніну і фенілаланіну – в харчовому відношенні цінніші, ніж білки пшениці. Амінокислотний склад окремих частин зерна жита неоднаковий. Білки алеїронового шару і зародка суттєво відрізняються за складом від білків ендосперму. Вони містять більше лізину, гістидину, тирозину, серину, їх біологічна цінність значно більша, ніж білків ендосперму.

В зерні жита також міститься клейковина. За якістю вона слабка і малоеластична. За фізичними властивостями житня клейковина нагадує слабку пшеничну з низькою пружністю і еластичністю.

Розтяжність її змінюється у широких межах. В одному випадку вона розтягується до тонкої нитки, в іншому вона крихкотіла, малозв'язана маса, яка швидко розривається навіть від слабкого розтягування. Житня клейковина має гідратацію, яка перевищує гідратацію клейковини пшениці і ячменю (220–310 %).

У білках пшениці на частку клейковинних фракцій припадає 70–75 % загального їх вмісту в зерні, а в білках жита вони становлять лише 40 %. Більша частина білків жита розчиняється в воді і слабких сольових розчинах. В зерні пшениці відношення проламіну до глютеліну приблизно становить 1:1, в житі – 2:1.

Вміст загального азоту і білка в зерні жита зменшується від периферії до центру. Так, в периферійному шарі ендосперму знайдено білка 12,9 %, а в центрі його – 6,2 %. Найбільше білка міститься в зародку (25,8 %). Найбільший вміст сирої клейковини зосереджено в периферійних шарах (7,8 %), найменший – в центрі зернівки (0,6 %). За фізичними властивостями клейковина також краща з периферійних шарів.

Білки ячменю. Вміст білкових речовин в зерні ячменю коливається від 7 до 25 %. Залежить це від сорту та умов вирощування. У білках ячменю, як і в білках пшениці, переважають проламіни і глютеліни. На їх частку в середньому припадає понад 60 % (табл. 6).

Розчинний в спирті білок ячменю називають гордеїном. До його складу входять: глютамінова кислота – 43,2 %; пролін – 13,73 %; лейцин – 7,0 %; фенілаланін – 5,3 %; цистин – 2,5 %; триптофан – 1,5 %; валін – 1,4%.

Таблиця 6

Фракційний склад азотних речовин зерна ячменю, % азоту фракції від загального азоту

Вміст	Альбу- міни	Глобулі- ни	Прола- міни	Глютелі- ни	Небілко- вий азот
Мінімальний	7,5	7,0	15,6	18,3	7,5
Максимальний	28,8	21,9	46,4	47,5	16,9
Середній	12,5	12,7	34,4	27,0	10,8

Білок різних видів і сортів ячменю якісно неоднаковий. Найбільші зміни відбуваються у вмісті основних амінокислот (лізину, аргініну), найменші – кислих (аспарагінова і глютамінова кислоти).

За сумою незамінних амінокислот білок ячменю, хоч і не набагато, але все ж таки біологічно повноцінніший, ніж білок пшениці. У білку пшениці їх вміст становить 28,2, а в білку ячменю – 30,56 г / 100 г білка.

З борошна ячменю можна відмити клейковину, застосовуючи підігріту воду. За якістю клейковина ячменю подібна до поганої короткорвучкої клейковини пшениці. Розтяжність її невелика, колір сірий, гідраційна здатність менша, ніж у клейковини пшениці і коливається від 90 до 160 %.

Зерно ячменю, яке використовується на продовольчі та кормові потреби, повинно містити білка понад 15 %, для пивоварних цілей у зерні ячменю білка повинно бути менше. Високорентабельним є зерно з вмістом білка 9,0–12,5 %. Крім прямого впливу на екстрактивність зерна, великий вміст білка небажаний і, з іншого боку, таке зерно погано

вбирає воду, дуже гріється під час виготовлення солоду, дає менш стійке і не завжди прозоре пиво. Вміст білка менше 8 % також небажаний, оскільки білкові речовини потрібні для живлення дріжджів, утворення стійкої піни, надання смаку і букету пиву.

Білки вівса. Вміст білка в зерні вівса знаходиться в межах від 9 до 19,5 %. Фракційний склад білків залежить від особливостей сорту і може становити: альбумінів – 1,6–18,9 %; глобулінів – 13,0–18,1 %; проламінів – 7,7–12,6 %; глютелінів – 46,1–60,3 % від білкового азоту. Превалюючою фракцією у вівса є глютеліни. Білок вівса, який розчиняється в спирті, називають авеніном, а в сольовому розчині – авеналіном.

За вмістом окремих амінокислот білки вівса помітно відрізняються від білків пшениці і ячменю. Для білків вівса порівняно з білками пшениці і ячменю властивий збільшений вміст аргініну і суттєве зменшення (в 3–3,5 раза) глютамінової кислоти. У білках вівса міститься велика кількість незамінної амінокислоти лізину – майже вдвічі більша, ніж у білках пшениці.

Білки кукурудзи. Загальний вміст білків в зерні кукурудзи коливається від 4,9 до 23,6 %. Найбільше білка в зародку, середній вміст його становить 19,87 %, в ендоспермі – 10,68, в оболонках – 6,58 %. Фракційний склад білків кукурудзи різноманітний, він залежить від сортових і видових властивостей кукурудзи, місця і умов вирощування, структури ендосперму, анатомічних частин. Розчинний в спирті білок в зерні кукурудзи (проламін) називають зеїном. Він відрізняється від білків тим, що краще розчиняється в 90–93 % етиловому спирті. Зі збільшенням вмісту білка в зерні і білка в ендоспермі збільшується вміст зеїну і зменшується вміст глютелінів.

Отже, якщо збільшується вміст білка в зерні за рахунок селекції чи застосування азотних добрив, то відбувається і збільшення вмісту зеїну, у якому мізерна кількість незамінних амінокислот: метионіну, триптофану і особливо лізину. Це свідчить про те, що біологічна цінність білка зі збільшенням білковості зерна зменшується. Білки

зародку багаті незамінними амінокислотами, які досить добре збалансовані, чого не можна сказати про амінокислотний склад білків ендосперму і зерна в цілому.

Білки проса. Вміст білків в зерні проса коливається в межах від 8,8 до 19,3 %. Після видалення квіткових плівок кількість білкових речовин в ядрі змінюється з 11,2 до 23,5 %. Вміст азоту небілкових речовин становить від 1 до 9 % загальної кількості азоту.

Фракційний склад білків проса різноманітний: альбумінів від 7,55 до 14,12 %; глобулінів – 5,65– 9,33; глютенінів – 9,53– 17,34; проламінів – 50,71– 61,46 % від загального азоту. Основну частину білків становить спирторозчинна фракція, найстійкіша і яка мало змінюється в різних сортів. Порівняно з фракційним складом білків інших злакових культур просо відрізняється найбільшим вмістом проламінів і найменшим – глобулінів. (табл. 7)

Таблиця 7

**Амінокислотний склад білків проса, %
від загального вмісту білка**

Амінокислота	Вміст	Амінокислота	Вміст
Лізін	9,46–10,51	Метионін	1,26–2,39
Гістидин	3,77–5,83	Пролін	3,87–6,89
Аргінін	3,15–3,54	Серин	5,28–7,20
Аспарогінова кислота	5,64–6,49	Треонін	3,18–4,82
Треонін	2,32–3,70	Тирозин	2,33–3,76
Серин	1,26–3,15	Триптофан	1,46–1,81
Глутамінова кислота	18,38–19,72	Фенілаланін	1,46–1,81
Пролін	14,45–15,65	Цистин	4,92–6,53
Гліцин			1,06–2,09

Особливість амінокислотного складу проса порівняно з іншими злаковими – збільшений вміст аланіну і найменший вміст аспарагінової кислоти. Аргініну міститься менше, ніж в білках ячменю і вівса, лізину – менше, ніж в білках вівса і жита.

Азотні речовини в окремих частинах зерна проса розподілені нерівномірно. У зародку міститься збільшена концентрація білка – 25 %, в тому числі 7 % водорозчинного. У квіткових плівках міститься білка 3,9– 5,1 %, в тому числі водорозчинного 0,44– 0,66 %.

Білки зародку багаті незамінними амінокислотами, які досить добре збалансовані, чого не можна сказати про амінокислотний склад білків ендосперму і зерна в цілому.

Білки гречки. В зерні гречки білка міститься 8–16 %. В частинах зерна білок розподіляється так: ядро із зародком – 13,5 – 15,0, зародок – 40,0–49,5, плодова оболонка – 3–5 %. Небілковий азот становить в середньому 6 % від загальної кількості азоту в зерні гречки. Фракційний склад білків характеризується показниками, які наведені в табл. 8. Для зерна гречки характерна майже повна відсутність проламінових білків, переважна кількість глобулінів над усіма фракціями і значна кількість водорозчинних білків. За вмістом лізину гречка має переваги над просом, пшеницею, житом, рисом і наближається до соєвих бобів, за вмістом треоніну – над просом, пшеницею і житом, за вмістом валіну поступається рису.

Таблиця 8

**Кількість азоту білкових фракцій зерна гречки,
% від загального азоту**

Вид гречки	Загальний азот	Альбуміни	Глобуліни	Проламіни	Глютеліни
Диплоїдна	2,2	21,7	42,6	1,1	12,3
Триплоїдна	2,3	23,3	45,0	1,2	10,5

За вмістом триптофану гречка не поступається продуктам тваринного походження, за вмістом валіну вона може бути прирівняна

до молока, за лейцином – до яловичини, фенілаланіном – до молока і яловичини. Білки гречки непогано збалансовані за вмістом незамінних амінокислот (виняток становить ізолейцин). Зерно гречки відрізняється великим вмістом незамінних амінокислот.

Білки зерна рису. Зерно рису в квіткових плівках містить білка від 5,4 до 10,4 %, без квіткових плівок – від 8,8 до 13,6 %. Білки в зерні рису розподілені нерівномірно. Найбільша кількість білкових речовин зосереджена в зародку і в зовнішніх шарах зернівки, в ендоспермі їх значно менше. Фракційний склад білків залежить від сортових властивостей і погодних умов. Альбумінів міститься від 9,66 до 11,29, глобулінів – від 6,05 до 11,89, проламінів – від 4,23 до 5,48 і глютелінів – від 50,68 до 55,35 % від загального вмісту білка.

Глютелін в білках рису називають оризеніном. Розподіл білків по фракціях в різних частинах зернівки неоднаковий. В периферійній частині міститься збільшена кількість глобулінів і альбумінів, в інших частинах зернівки – переважно оризенін і проламін.

Білки насіння бобових культур. Вміст білків в насінні бобових культур дуже різноманітний. Так, в насінні гороху вміст білка коливається від 20,4 до 35,7%, квасолі – 17,0–32,1 %; сочевиці – 11,3–36,0%; сої – 27,0–50,0 %; кормових бобів – 26,4–31,2 %; чини – 23,1–34,7 %; нуту – 18,5–29,7 %; вики – 22,3–37,8 %.

Фракційний склад білків суттєво відрізняється від злакових культур. Основна фракція – глобуліни, вони становлять 79,8–88,4 % загального вмісту азоту, альбуміни – 8,1–12,2% і глютеліни – 33–79 %. Проламіни в білках насіння бобових культур відсутні.

В насінні бобових знайдено окремі, характерні для тієї чи іншої культури білки: в насінні гороху водорозчинний легумелін і два глобуліни – легумін і віцилін, в насінні квасолі – глобулін фазеолін, в насінні сої – глобулін гліциній (табл. 9).

Насіння деяких бобових культур містить токсичні білки. В насінні сої міститься білок соїн, він також зветься соєвим гематглютеніном, або інгібітором росту. Соїн викликає

аглотинацію (злипання) еритроцитів крові; його інактивують нагріванням.

Таблиця 9

***Амінокислотний склад сумарних білків насіння бобових, %
від загального вмісту білка***

Амінокислота	Горох	Соя	Квасоля	Чина	Кінські боби
Аргінін	8,35	8,73	7,27	6,87	8,51
Гістидин	2,68	3,03	3,16	2,45	3,75
Лізин	5,58	5,22	5,65	5,94	8,26
Лейцин	6,54	8,45	8,1	8,3	7,38
Ізолейцин	7,0	5,10	5,0	7,3	7,30
Валін	3,87	5,63	4,86	5,4	4,62
Метионін	1,22	1,64	1,3	1,35	0,90
Треонін	4,70	4,26	4,1	4,8	4,59
Фенілаланін	4,33	5,21	6,13	4,1	2,41
Триптофан	1,31	1,65	1,83	1,65	1,82
Аланін	3,67	4,47	4,9	3,4	4,74
Гліцин	5,38	4,36	4,14	4,4	8,32
Серин	4,57	4,98	6,2	4,8	7,94
Аспарагінова кислота	10,76	9,54	12,8	12,8	8,29
Глутамінова кислота	16,51	17,53	15,25	17,2	8,15
Пролін	3,7	4,81	4,71	2,8	1,49
Тирозин	3,15	3,08	3,4	3,17	3,0
Цистин	1,80	1,39	3,12	0,8	1,39

У білках насіння бобових культур містяться білки-інгібітори протеолітичних ферментів. Серед рослинних об'єктів за вмістом інгібіторів протеаз насіння бобових культур посідає перше місце. Особливо виділяються боби сої і квасолі звичайної. У насінні вики

міститься амінокислота β -ціано- λ -аланін і її γ -глутаміловий пептид, який викликає порушення в скелеті і судинній системі. Незважаючи на кількісну різницю порівняно зі злаковими культурами, амінокислотний склад насіння бобових має багато спільного.

Аспарагінова і особливо глутамінова кислоти містяться в найбільшій кількості, в найменшій – цистин, метионін і триптофан. Багато незамінних амінокислот мають значну кількість. Вміст лізину коливається від 5,22 (соя) до 8,26 % (кормові боби), у насінні багато також лейцину, ізолейцину, валіну, треоніну і фенілаланіну. Великий вміст білків, багатих незамінними амінокислотами, робить насіння бобових культур одним з найважливіших джерел білка, особливо для потреб тваринництва. Білкові ізоляти сої з їх цінним набором незамінних амінокислот використовують для збагачення хлібобулочних виробів та інших харчових продуктів.

Білки насіння олійних культур. Вміст білків у насінні олійних культур різноманітний, а саме: соняшник містить їх 15,7% (в ядрі – 23,7 %), льон – 24,9 %, коноплі – 21,8 %, рицина – 19,4 %, ріпак озимий – 25,0 %, ріпак ярий – 28,5 %, рижій – 27,9 %, коріандр – 16 %. Більша частина білків олійних культур належить до абл. і нової фракції (80–97 %), альбумінова і глютелінова фракції знаходяться приблизно на однаковому рівні (0,5–1 %). Проламінів же майже немає. Соняшник є однією з найважливіших олійних культур в Україні. Амінокислотний склад його білків наведено в табл. 10.

Таблиця 10

Амінокислотний склад білків соняшнику. % від загального вмісту білка

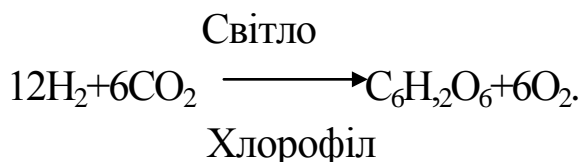
Амінокислота	Альбуміни	Глобуліни	Глютеліни
Гліцин	5,55	5,62	5,35
Аланін	5,08	4,85	4,93
Валін	5,46	6,01	5,34
Лейцин	11,48	10,50	9,13
Фенілаланін	7,40	8,33	7,81
Пролін	5,25	5,26	5,17
Триптофан	1,68	1,72	1,72

Продовження табл. 10

Серин	7,65	7,67	7,80
Треонін	6,02	5,78	5,83
Метионін	1,08	1,16	0,99
Аспарагінова кислота	5,19	5,72	5,67
Глутамінова кислота	12,63	10,28	10,92
Тирозин	4,43	4,69	4,52
Цистеїн	2,46	2,67	3,04
Гістидин	9,52	10,15	9,45
Лізин	2,30	2,47	2,79
Аргінін	7,48	8,45	10,27

Введення 5 – 10 % білкових ізолятів соняшнику збільшує харчову цінність хліба, при цьому об'єм пшеничного хліба збільшується, кірка набуває приємного золотистого кольору.

1.1.4. Вуглеводи. Вуглеводи – біохімічні з'єднання, які утворюються в рослинах як первинні продукти фотосинтезу



Первинним продуктом фотосинтезу є фосфогліцерінова кислота, яка при подальшому перетворенні дає моноцукри – глюкозу, фруктозу, а потім сахарозу і крохмаль.

В рослинах вуглеводи становлять 80–90 % маси, причому в різних частинах їх вміст різний. Наприклад, в зерні злаків їх до 70 %, в зелених частинах рослин 2,5–6 %, в бульбах картоплі і коренеплодах 10–20 %.

В складі організму людини і тварин вуглеводи становлять лише 2 % від маси сухих речовин, в молоці всіх видів тварин 5–6 %.

Вуглеводи є основним джерелом енергії в харчуванні: для населення окремих країн, що розвиваються, їх вміст становить 90 %, для населення високорозвинутих країн – не перевищує 40 %. Потреби людини у вуглеводах рослинного походження в середньому дорівнюють 400–500 г на добу, в тому числі в крохмалі 350–400 г, в

цукрах – 50–100, в інших вуглеводах – 25 г. Сахароза розщеплюється в харчотравному тракті на глюкозу і фруктозу і всмоктується в кров, а потім в тканинах використовується як джерело енергії і з іншою метою.

Основним джерелом вуглеводів є рослинні продукти. У харчових продуктах тваринного походження їх вміст невеликий. Присутній у печінці тварин глікоген при забої тварин швидко розщеплюється до глюкози. Джерелом молочного цукру – лактози є молоко, в якому вміст лактози в сухій речовині становить 1/3.

Вуглеводи в природі служать джерелом утворення всіх органічних речовин, необхідних для харчування людини і тварин. Вони є складовою частиною ряду найважливіших органічних речовин живої клітини. Цукри в процесі подальших змін в живих організмах дають початок іншим органічним з'єднанням – полісахаридам, жирам, органічним кислотам, а в зв'язку із засвоєнням азотистих речовин з ґрунту – білкам і багатьом іншим речовинам. АТФ містить у своєму складі речовину вуглецевої природи – рибозу. Оболонки рослинних клітин складаються переважно з вуглеводів, отже, від властивостей цих речовин залежить структурна цілісність і проникливість клітин рослин.

Вуглеводи – це основні енергетичні ресурси, сконцентровані в клітинах ендосперму зерна. За вмістом легкозасвоюваних вуглеводів борошно і крупа посідають перше місце серед інших продуктів харчування людини. Значення вуглеводів у технологічному процесі переробки зерна також дуже суттєве. Істотну роль у процесі замісу тіста і випіканні хліба відіграє крохмаль. Необхідні вуглеводи і для харчування людини. Вони є складовою частиною корму тварин.

Вуглеводи (крохмаль, цукри, клітковина, геміцелюлоза, пентозани) – основна складова частина зерна. Вміст їх може досягати 80 %. У кількісному відношенні вуглеводи являють собою значну групу серед природних органічних речовин. В організмі вуглеводи виконують такі види функцій:

- ♦ енергетичну, оскільки на 60 % забезпечують організм енергією;
- ♦ пластичну – беруть участь в синтезі багатьох речовин;
- ♦ резервну – вуглеводи мають здатність відкладатись в рослинних і тваринних тканинах (з'єднання крохмалю, глікоген);
- ♦ опорну функцію, що виконується клітковиною рослин;
- ♦ захисну – в'язкі секрети (слиз), що виділяються різними залозами, багаті мукополісахаридами;
- ♦ регуляторну – представник вуглеводів – клітковина – має жорстку структуру. Потрапляючи з їжею в шлунково-кишковий тракт, вони викликають механічне роздратування стінок шлунка і кишечника, підвищують їх активність і сприяють випорожненню;
- ♦ специфічну функцію – окремі представники вуглеводів беруть участь в проведенні нервових імпульсів, забезпеченні специфічності групи крові, нормальної діяльності нервової системи.

У хімічному відношенні вони складаються з вуглецю, водню і кисню із загальною формулою $C_m(H_2O)_n$.

Всі вуглеводи поділяють залежно від їх складу, структури і властивостей на три групи:

- ♦ моносахариди, або прості цукри;
- ♦ олігосахариди, які складаються з декількох простих цукрів (від 2 до 10);
- ♦ полісахариди, що утворюють ланцюги з великої кількості моносахаридних одиниць.

Водночас цукри – основний субстрат бродіння і дихання.

Найважливіші вуглеводи, які містяться в зерні, можна представити у вигляді схеми (рис. 1).

Крохмаль. Серед вуглеводів крохмалю найбільше у зерні – від 65 до 80 % маси ендосперму. Загальний вміст крохмалю значно коливається залежно від впливу багатьох факторів під час наливу і досягання зерна. Серед цих факторів необхідно відзначити сортові властивості, використання добрив, кліматичні умови, наявність у

грунті води і кількості опадів під час досягання. Значна кількість опадів сприяє більшому накопиченню крохмалю в зерні.

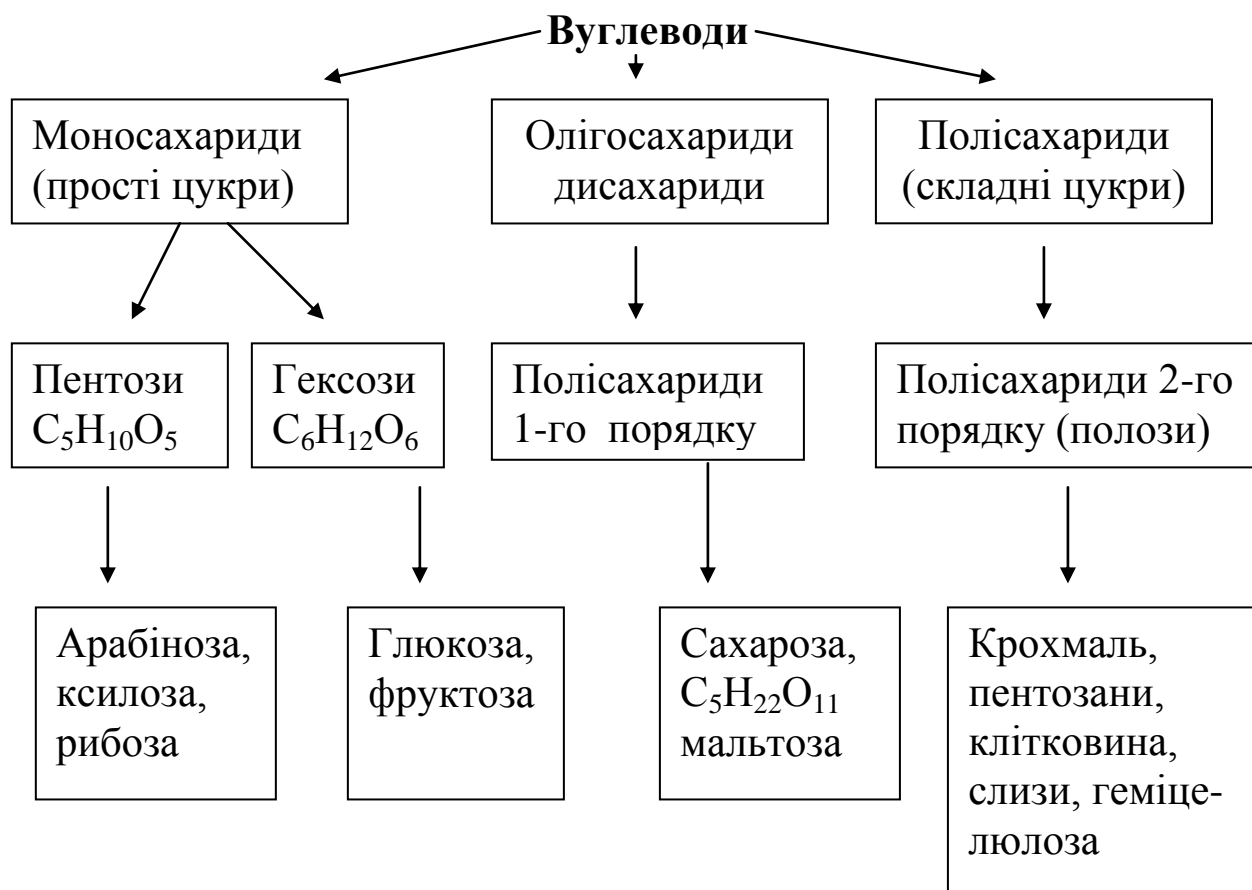


Рис. 1 *Схема вуглеводів зерна*

У зв'язку з тим, що між вмістом білка і крохмалю існує зворотна залежність, то всі фактори, які сприяють нагромадженню білка, зумовлюють зменшення вмісту крохмалю в зерні. Залежно від властивостей сорту й умов вирощування кількість крохмалю в зерні може істотно змінюватись: у пшениці – від 49 до 73 %, жита – від 55 до 73 %, ячменю – від 45 до 68 %, вівса – від 24 до 64 %, кукурудзи – від 61 до 83 %, проса – від 51 до 70 %, рису – від 48 до 68 %, а в шліфованому рисі – від 71 до 86 %.

В зерні крохмаль міститься у вигляді крохмальних зерен різного розміру і форми. Розміри крохмальних зерен пшениці становлять 3–50, жита – 5–50, ячменю – 5–12, кукурудзи – 10–30, вівса – 5–12, рису – 2–10 мкм. Крохмальні зерна пшениці, жита і ячменю прості,

а у кукурудзи, вівса і рису складні, і являють собою окремі, ніби склеєні між собою дрібні крохмальні зернята (рис. 2).

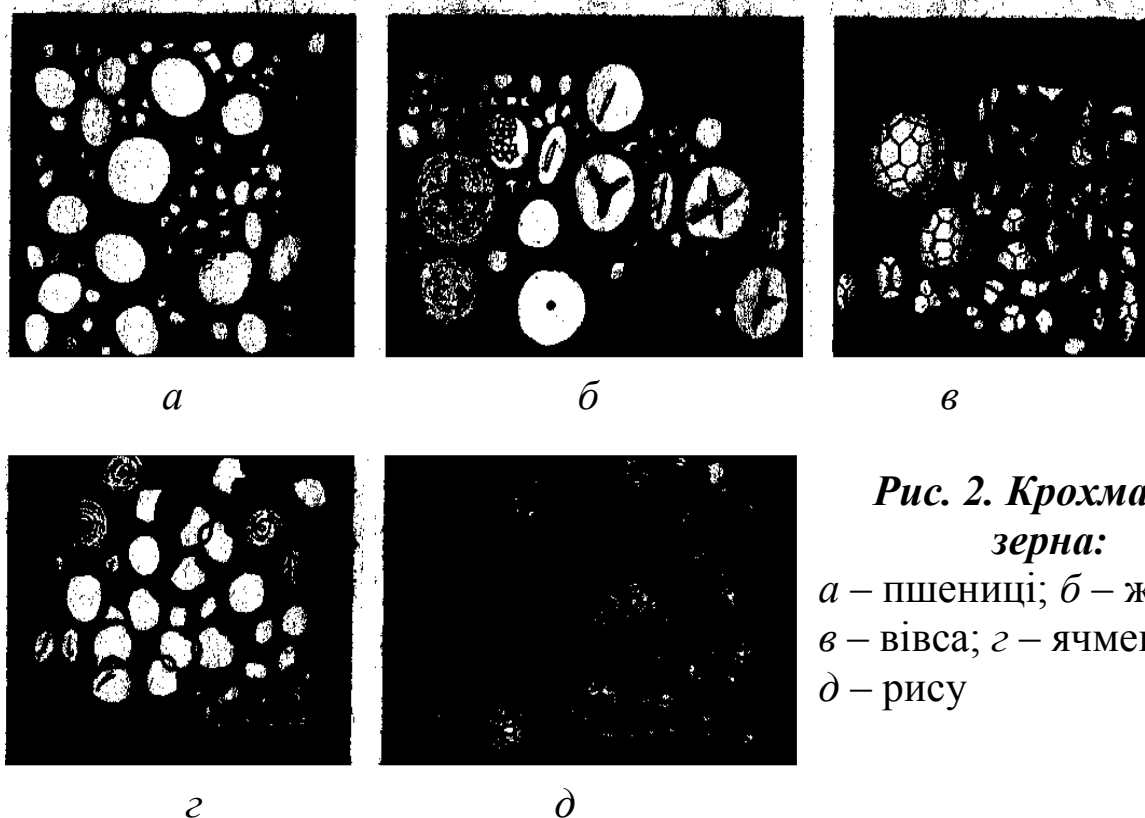


Рис. 2. Крохмальні зерна:

а – пшениці; *б* – жита;
в – вівса; *г* – ячменю;
д – рису

Фізико-хімічні властивості крохмалю залежать від розмірів крохмальних зерен, кількісного співвідношення окремих фракцій і їх молекулярної структури. У крупних зернівок частка дрібніших крохмальних зерен (менше 10 мкм в діаметрі) значно більша, ніж у дрібних розміром. Крохмаль крупних зернівок має більшу молекулярну масу, збільшений вміст амілози і володіє більшим набуханням під час нагрівання з водою. Крохмаль дрібних зернівок має більшу гігроскопічність, легше розщеплюється амілазами.

Крохмальні зерна під час нагрівання їх у воді утворюють крохмальний клейстер. Клейстеризація крохмалю різного походження відбувається за різної температури: пшеничного – 62,5°C, житнього – 58,6°C.

Розміри крохмальних зерен впливають на хлібопекарські якості пшениці. Проте єдиної думки нема. Одні дослідники вважають, що добре в хлібопекарському відношенні борошно має найбільшу кількість дрібних крохмальних зерен, інші стверджують, що між

кількісно крохмальних зерен різних розмірів і хлібопекарськими якостями немає ніякого зв'язку. Очевидно, це пов'язано з хімічним складом і фізичними властивостями крохмалю.

Крохмаль складається з амілози і амілопектину. Ці речовини дуже відрізняються за своїми фізичними і хімічними властивостями. Амілоза легко розчиняється в теплій воді і дає розчин порівняно незначної в'язкості, в той час як амілопектин розчиняється у воді лише від нагрівання під тиском і дає дуже в'язкі розчини. В крохмалі міститься від 20 до 25 % амілози і від 75 до 80 % амілопектину. Так, вміст амілози в крохмалі зерна пшениці становить 25,0 %, жита – 23,2 %, тритікале – 22 %, сорго – 22,2 %, кукурудзи – 23,7 %, рису – 21,8 %, проса – 20 %, в ячменю – 21,8 %, вівса – 22 %.

Амілоза і амілопектин відрізняються своєю хімічною будовою. В молекулі амілози окремі рештки глюкози зв'язані між собою ніби нерозгалуженим ланцюжком, а молекула амілопектину досить розгалужена. Молекулярна маса амілози коливається від $3 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^6$, а молекулярна маса амілопектину досягає сотень мільйонів.

Значення крохмалю в технології борошномельного, круп'яного і хлібопекарського виробництва визначається його властивостями як високомолекулярної речовини. При цьому найважливіше значення має водовбирна здатність та в'язкість розчинів клейстеризованого крохмалю. Чим більша водовбирна здатність (вона може коливатись від 45 до 83 %) та в'язкість, тим кращі хлібопекарські якості пшениці.

Вміст цукрів у зерні порівняно з крохмалем значно менший. Вони під час випікання хліба мають важливе значення для розвитку дріжджів і молочнокислих бактерій і представлені моно-, ди- і трисахаридами. *Моносахариди* складаються з глюкози і фруктози, *дисахариди* – сахарози і мальтози, трисахариди – рафінози. Загальний вміст цукрів у стиглому зерні усіх злакових культур становить 3–5 %, за винятком вівса – 0,6–2,2 % і жита – 9 %. Моносахариди легко розчиняються у воді, багато з них мають солодкий смак, під час нагрівання обвуглюються.

Клітковина, або целюлоза, утворює структурну основу оболонок рослинних клітин і являє собою полімер глюкози. Міститься

головним чином у квіткових клітинах і оболонках зерна та в стінках клітин алейронового шару.

Клітковина – дуже стійка хімічна речовина, нерозчинна в воді. Вона розчиняється лише в аміачному розчині окису міді, в концентрованому розчині хлористого цинку і в концентрованих мінеральних кислотах. Клітковина не перетравлюється в шлунково-кишковому тракті людини, вона перетравлюється лише жуйними тваринами, в шлунку яких є особливі бактерії, які гідролізують клітковину за допомогою ферменту целюлози.

Клітковини в зерні пшениці, жита і кукурудзи міститься 2 – 3 %. Її вміст залежить від плівчастості. У плівчастих сортах ячменю він становить 4,7–5,1 %, в голозерних – 1,9 %, у плівчастому вівсі змінюється залежно від сорту й умов вирощування від 7 до 24 %, а в голозерному – усього 4,7 %, у рисі – від 7,4 до 16,5 %, шліфованому – у середньому 0,2 %. Цей показник залежить також від розмірів зерна і його виповненості. Чим воно дрібніше і щупліше, тим більше в ньому клітковини.

Геміцелюлози об'єднують полісахариди різного хімічного складу, але з однаковими фізичними властивостями. Вони не розчиняються у воді, але розчиняються в лугах. Містяться головним чином у висівках, в периферійних частинах плівок зерна, в кукурудзяних стрижнях, соломі.

Геміцелюлоза, як і клітковина, не засвоюється людським організмом. Кислотами вона гідролізується легше, ніж клітковина. Продукти гідролізу геміцелюлози поділяються на дві групи. Ті, які дають гексози, називаються гексозанами, а ті, які гідролізуються до пентоз, називаються *пентозанами*. Вміст пентозанів становить в цілому пшеничному зерні 8,1 %, ендоспермі – 2,7 %, зародку – 9,7 %, оболонках і алейроновому шарі – 36,6 %. У зерні пшениці і жита міститься від 8 до 10 % геміцелюлоз (інколи до 14 %), в тому числі від 5 до 8 % пентозанів.

В ендоспермі пшениці й інших злаків міститься близько 2 % нерозчинних у воді, але які набухають в ній, некрохмальних

полісахаридів, які утворюють під час відмивання крохмалю слизистий шар. У зерні ячменю міститься значна кількість (до 10 %) геміцелюлоз і до 15 % водорозчинних слизів. Вони збільшують в'язкість екстракту, що має важливе значення для якості пива, зокрема для стійкості піни.

1.1.5. Ліпіди До ліпідів (від гр. *lipos* – жири) належать жири, воска, фосфатиди, терпеноїди, ефірні масла. Загальнобіологічна роль ліпідів обумовлена тим, що вони є обов'язковим компонентом клітинних мембран, являють собою найбільш концентроване із усіх харчових речовин джерело енергії і виконують захисні функції.

Воска у рослин попереджують поверхневу тканину від гнильного пошкодження, а також випаровування води.

У всіх клітин, і особливо у нервових, у великій кількості містяться складні ліпіди, які беруть активну участь у формуванні структур, зокрема мембранних і створюють поверхневий розділ середовищ.

Ліпідами називають різнорідні у хімічному відношенні речовини із загальними фізико-хімічними властивостями. Наприклад, всі ліпіди нерозчинні у воді і розчинні в органічних розчинниках. Ліпіди складаються з п'яти основних елементів: вуглецю, водню, кисню і в деяких випадках фосфору і азоту.

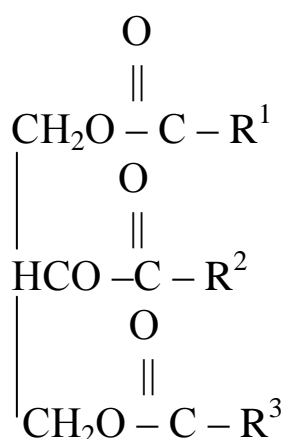
Найбільш зручно класифікувати ліпіди на основі їхнього хімічного складу (табл. 11).

Таблиця 11

Класифікація ліпідів

Похідні жирних кислот		Похідні ізопрену
Прості ліпіди	Складні ліпіди	
Жири	Фосфатиди	Стероїди
Воска	Гліголіпіди	Каротиноїди

Молекулу жиру в загальному вигляді можна зобразити таким чином:



Гліцерин Жирна кислота

Отже, жири можна розглядати як ефіри жирних кислот і трьохатомного спирту – гліцерину $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$. Природні жири, як правило, є сумішшю тригліцеридів. Моно- і дигліцериди трапляються тільки в складі проміжних продуктів обміну речовин.

До складу ліпідів водять насичені жирні кислоти, ненасичені жирні кислоти та окисикислоти (табл. 12).

Таблиця 12

Жирні кислоти в складі ліпідів

Число атомів вуглецю	Назва кислоти	Формула	Місце знаходження	Температура плавлення, $^{\circ}\text{C}$
1	2	3	4	5
Насичені жирні кислоти				
4	Масляна	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	Вершкове масло	-8
6	Капронова	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$	Вершкове масло	-2
8	Каприлова	$\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COOH}$	Кокосове масло	16
10	Капринова	$\text{C}_9\text{H}_{19}\text{COOH}$	Вершкове масло	31
12	Лауринова	$\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COOH}$	Кокосове масло, тваринні жири	44
14	Миристинова	$\text{C}_{13}\text{H}_{27}\text{COOH}$	Кокосове масло, тваринні жири	54
16	Пальмітинова	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	Тваринний жир	63
18	Стеаринова	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	Риб'ячий жир, масло земляного горіха	76

Продовження табл. 12

1	2	3	4	5
22	Бегонова	$C_{21}H_{43}COOH$	Масло рапсу, земляного горіха	80
24	Лігноцеринова	$C_{23}H_{47}COOH$	Цереброзиди	85
Ненасичені жирні кислоти з одним подвійним зв'язком				
16	Пальмітино-олеїнова	$C_{15}H_{29}COOH$	Молочний жир	-1
18	Олеїнова	$C_{17}H_{33}COOH$	Багато жирів і масла	13
18	Вакценова	$C_{17}H_{33}COOH$ (трансізомер)	Літнє вершкове масло	40
20	Гадолеїнова	$C_{19}H_{37}COOH$	Риб'ячий жир	-25
22	Ерукова	$C_{21}H_{41}COOH$	Риб'ячий жир	
24	Нервонова	$C_{23}H_{45}COOH$	Цереброзиди	42
Жирні кислоти з кількома подвійними зв'язками				
18	Лінолева	$\Delta-9, 12$	Олія насіння льону	-5
18	Ліноленова	$\Delta-9, 12, 15$	Олія насіння льону	-15
20	Арахідонова	$(4 \Delta) \Delta - 5, 8, 11, 14$	Фосфоліпіди	-50
22	Клупонодонова	$(5 \Delta) \Delta - 4, 8, 12, 12, 15, 19$	Риб'ячий жир	-78
Оксикислоти				
18	Рицинольова	$CH_3(CH_2)_5-CHON+CH_2-CH=CH-(CH_2)_7COOH$	Рицинова олія	
24	Церебронова	$CH_3(CH_2)_{21}CHOH-COOH$	Цереброзиди	100
24	Оксінервонова	$CH_2(CH_2)_7CH-CH-(CH_2)_{12}-CHON-COOH$	Цереброзиди	65

Ліпіди об'єднують велику кількість різних за складом речовин із спільними ознаками:

- ◆ гідрофобністю – нерозчинністю у воді;
- ◆ розчинністю в неполярних органічних розчинниках: диетиловому і петролейному ефірах, бензолі, хлороформі;
- ◆ великим вмістом в них гідрофобних радикалів і угруповань – високомолекулярних кислот аліфатичного (жирного) і аліциклічного рядів або аналогічних їм спиртів і вуглеців.

Ліпіди відіграють значну роль в рослинному організмі як запасні речовини і важливі компоненти протоплазми і біологічних мембран. Ліпіди мають першочергове значення у визначенні харчових і технологічних властивостей борошна і крупи.

Відповідно до хімічного складу ліпіди поділяються на три групи. До першої належать прості (жири і віск), до другої – складні (містять, крім вуглецю, кисню і водню, також фосфор, азот, інколи сірку; це фосфатиди і сульфоліпід), до третьої – циклічні ліпіди (стерини і їх ефіри з високомолекулярними жирними кислотами – стериди).

Жири (водонерозчинні запасні речовини) являють собою концентрований енергетичний і будівельний резерв організму. На долю їх припадає 63–65 % усіх ліпідів зерна. Вони можуть бути у великій кількості в насінні багатьох рослин, особливо олійних. Середній вміст жиру в зерні пшениці, жита, ячменю становить 2 %, проса – 4 %, гречки – 3 %, рису і кукурудзи – 5 %, гороху, квасолі – 2 %, сої – 20 %, соняшнику – 45 %, рицини – 60 %. У зерні жири розміщені нерівномірно, про що свідчать дані в продуктах його переробки. Так, у пшениці в цілому зерні їх 1,92 %; у борошні – 1,18 %; висівках – 5,12; у зародку – 8,76%. У зародку жита жирів до 15 %, кукурудзи – 35–43 % на суху масу зерна.

Усі жири рослинного походження за консистенцією рідкі, бо складаються головним чином з неграничних кислот жирного ряду: олеїнової, лінолевої і ліноленової відповідно з одним, двома або трьома подвійними зв'язками. Серед рослинних жирів є і тверді

(масло какао, кокосової пальми). Вони складаються переважно з насичених (граничних) жирних кислот (пальмітинової).

Залежно від співвідношення гліцеридів неграничних (ненасичених) кислот різко міняються властивості жиру і можливості його використання. Тому рослинні олії і насіння, з якого їх виробляють, класифікують на такі групи: висихаючі, напіввисихаючі, невисихаючі, касторові.

Висихаючі олії (подібно льонівій). У них основну масу складають гліцериди, які містять лінолеву (50–60 %) і ліноленову (17–45 %) кислоти. В місці подвійного зв'язку даних кислот легко приєднується кисень, унаслідок чого жир перетворюється в твердий продукт. Нанесення таких масел тонким шаром утворює міцну окислену плівку – ліноксин. Масла цієї групи використовують для одержання натуральної оліфи і лаків, які дають стійкі плівки – покриття. Подібні масла одержують з насіння льону, конопель, перили і лялеманції.

Напіввисихаючі олії (подібно маковій). Такі олії складаються головним чином з гліцеридів лінолевої кислоти (40–57 %) і містять неграничну кислоту з одним подвійним зв'язком – олеїнову (28–50 %). Значна кількість олеїнової кислоти і мала ліноленової зменшують можливість окислення, тому такі олії називають напіввисихаючими. Їх одержують з насіння соняшнику, бавовнику, сої, рижю, сафлори, кукурудзи, грецьких і кедрових горіхів. Присутні вони і в зерні пшениці, жита та інших злаків.

Невисихаючі олії (подібно оливковій). Олії цієї групи складаються головним чином з олеїнової (до 83 %) і ерукової кислот. Вони не здатні висихати. Містяться в насінні арахісу, гірчиці, кунжуту, ріпака і свиріпи.

Касторову олію одержують з рицини. Її основу складає рицинова кислота – монооксикислота (85 %). У такої олії велика щільність (0,95–0,97), сильна і постійна в'язкість. Використовують її на технічні і медичні цілі.

Олія кожної групи і в її межах характеризується певними фізичними і хімічними властивостями: щільністю, температурою застигання, кислотним і йодним числом, числом омилення. Відхилення деяких показників відбувається головним чином унаслідок раннього збирання або поганого зберігання насіння. Під час збирання недостиглого насіння синтез жиру не закінчується і частина жирних кислот залишається у вільному стані, не зв'язана з гліцерином. Кислотне число жиру в цьому випадку буває збільшеним, а йодне число зменшеним. При неправильному зберіганні (велика вологість насіння, його проростання, самозігрівання, пліснявіння) жир інтенсивно гідролізується, що характеризується збільшенням кислотного числа. Це впливає на зменшення виходу олії і зниження її сорту.

До складу рослинних олій входять також особливі жирні кислоти, які трапляються в насінні деяких рослин. В олії з насіння хрестоцвітих рослин – ріпака, ріжю, гірчиці – міститься особлива жирна кислота – ерукова. Вона специфічна для рослин з родини хрестоцвітих. До складу тригліцеридів входять насичені і ненасичені жирні кислоти. В тригліцеридах зерна превалюють ненасичені. На їх частку припадає 70–85 %. Поліненасичені жирні кислоти потрібні людині. Їх називають "незамінними" або "есенціальними". Особливе місце відводиться лінолевій кислоті. Людині в середньому щодоби потрібно споживати 20–25 г рослинного і 55–60 г тваринного жиру. Поліненасичені жирні кислоти сприяють виведенню з організму холестерину, запобігаючи і послаблюючи атеросклероз, а також сприятливо діють на стінки кровоносних судин – збільшують їх еластичність. Рідкі рослинні олії перетворюють в тверді жири за допомогою гідрогенізації – приєднанні з участю спеціальних каталізаторів водню в місці подвійних зв'язків неграничних жирних кислот. Гідрогенізовані рослинні олії використовують в харчовій промисловості для виготовлень маргарину і кулінарного жиру. Якість олії визначають за кислотним числом, йодним числом і числом омилення.

Кислотне число – кількість міліграмів КОН, необхідного для нейтралізації вільних жирних кислот, які містяться в 1 г жиру. Кислотне число вказує на кількість вільних жирних кислот, які залишилися невикористаними для біосинтезу олії під час дозрівання насіння, або на початок псування олії, яке супроводжується збільшенням вмісту вільних жирних кислот.

Йодне число – це кількість грамів йоду, що повністю насичує вільні зв'язки в 100 г олії. За величиною йодного числа олію поділяють на висихаючу – з йодним числом 130 і більше (ляна, конопляна) і невисихаючу – з йодним числом менше 85 (рицинова, арахісова). Висихаючі і деякі напіввисихаючі, які мають проміжне йодне число (рижієва, ріпакова), олії використовують для виготовлення оліфи, лаків, клейонок і лінолеуму. Невисихаючі використовуються в харчовій промисловості. Чим більше йодне число, тим легше окислюється і швидше гіркне олія. Число омилення – це кількість міліграмів КОН, необхідного для нейтралізації як вільних, так і зв'язаних з гліцерином жирних кислот, які містяться в 1 г олії.

Віск – складні ефіри, утворені жирними кислотами і високомолекулярними одноатомними спиртами жирного ряду. Віск покриває тонким шаром листки, стебла і плоди рослин. Восковий наліт на плодах оберігає їх від змочування водою, висихання і ураження мікроорганізмами. Вміст воску в зерні дуже малий. Він міститься головним чином в оболонках зерна, покриваючи його тоненькою плівкою. Так, в оболонках насіння соняшнику міститься 0,2 % воску від маси оболонок, в насінні льону – 0,03, сої – 0,01 %.

Усі ліпіди умовно поділяються на вільні, зв'язані і міцно зв'язані. За вмістом вільних ліпідів основні культури можна розподілити так: овес (5,70 %), кукурудза (4,78 %), сорго (4,20 %), просо (4,05 %), гречка (2,56 %), рис (2,34 %), пшениця (1,85 %), жито (1,68 %).

За сумарним вмістом зв'язаних форм ліпідів основні зернові культури поділяються на дві групи. До першої відносяться культури з відносно більшим вмістом зв'язаних форм ліпідів: жито (34 %), гречка (32,8 %), пшениця (31 %), і до другої – з їх відносно невеликою кількістю: рис (17 %), просо (11,6 %), кукурудза (11,3 %) і овес (10,2 %). Усі групи ліпідів як у вільній, так і у зв'язаній формі в зародку містяться в значно більшій кількості, ніж в інших частинах зернівки.

1.1.6. Вітаміни. Усі вони мають загальні характерні для них особливості:

- ♦ біосинтез їх відбувається переважно в рослинах. В організм людини і тварин вони надходять головним чином з продуктами харчування і годівлі;

- ♦ вітаміни біологічно активні в малих кількостях і абсолютно необхідні для усіх життєвих процесів;

- ♦ нестача вітамінів або порушення їх асиміляції організмом призводить до розвитку патологічних процесів у вигляді гіповітамінозів (хвороби внаслідок тривалої нестачі) і авітамінозів (хвороби внаслідок відсутності вітамінів).

Дія вітамінів базується на тому, що, надійшовши в організм, вони перетворюються в свої активні форми і, як правило, є коферментами або простетичними групами, які входять до складу найважливіших ферментних систем. Так, до активних форм рибофлавіну (вітамін В₂) належать флавінмононуклеотид і флавінаденіндинуклеотид, які входять до складу окислювальних ферментів. Якщо в продуктах не вистачає тіаміну (Ві), то не утворюється в достатній кількості фермент піруватдекарбоксилаза, до складу якого він входить у формі тіамінпірофосфату. За нестачі в продуктах вітаміну В і у нервовій системі накопичується піровиноградна кислота, яка викликає поліневрит (порушення відчуття і рухових апаратів, атрофію м'язів тощо). У зерні міститься дев'ять водорозчинних вітамінів: тіамін, рибофлавін, ніацин, піридоксин, біотин, аскорбінова кислота, пантотенова кислота, холін, міоїнозит.

Тіамін відіграє важливу роль в процесах перетворення вуглеводів в організмі людини, тварини, рослини і мікроорганізмів. Під впливом світла і кисню повітря він не руйнується і не окислюється, мало руйнується під час варіння харчів і випікання хліба (у кислому середовищі). Від нагрівання в нейтральному і особливо лужному середовищі, навпаки, легко руйнується, наприклад, під час випікання кондитерських виробів, що виготовляються з використанням соди або вуглекислого амонію (лужні розрихлювачі). Добова потреба людини в тіаміні 2–3 мг. Основне джерело тіаміну – пшеничний і особливо житній хліб. Зерно і продукти його переробки містять тіамін в таких кількостях : зерно пшениці – 5,7–6,6, пшеничні зародки – 14,2–20,5, борошно пшеничне – 5,2, борошно житнє оббивне – 3,5–4,7, кукурудза – 4,5–6,2, ячмінь – 4–5, овес – 6–8, рис – 2,2–2,9, висівки рисові – 22, борошно соєве – 7,7, горох – 1,5–3,8, квасоля – 0,6–4,0 мкг на 1 г продукту.

Рибофлавін (вітамін B₂) тісно пов'язаний з білковим обміном організму. Нестача рибофлавіну викликає порушення апетиту, втрату маси, слабкість, різь в очах, хворобливі відчуття в слизових оболонках рота. Він стійкий до високих температур, але легко руйнується на світлі. Добова потреба людини в рибофлавіні 2 мг. Вміст рибофлавіну в пшениці становить 1,5–1,9, житі – 1,2–1,8, пшеничних висівках – 2,3, кукурудзі – 1,2, ячмені – 1,7–2,2, вівсі – 1,7–2,0 мкг / г.

Ніацин (нікотинамід, PP) володіє високою стійкістю до впливу зовнішніх факторів: не руйнується під час варіння, під впливом сонячного світла, повітря і лужних розчинів. Добова потреба в ніацині 15–20 мг. Його нестача або відсутність в продуктах спричиняє захворювання пелагрою. Вміст ніацину в пшениці 45–70, пшеничних висівках – 120–325, пшеничному зародку – 27–90, кукурудзі – 15, ячмені – 94–104, вівсі – 15–17 мкг / г.

Піридоксин (вітамін B₆) стійкий до тепла, лугу і кислот, руйнується на світлі, особливо під дією ультрафіолетових променів.

Добова потреба людини в піридоксині 1,5–2 мг. Вміст піридоксину в зерні пшениці 3,5–4,3; пшеничних висівках – 8,9–16,2; ячменеві – 1,1–4,1; вівсі – 0,9–3,1; кукурудзі – 3,5–9,5; просі – 2,6–5,2 мкг/г.

Біотин (вітамін Н) – важливий фактор для росту дріжджів та інших мікроорганізмів. Він стійкий до високої температури, лугу і кислот, кисню повітря. Добова потреба людини в біотині близько 10 мкг. Головне джерело біотину для людини і тварин – бактеріальна мікрофлора шлунку. В зерні пшениці біотину міститься 0,06–0,12; кукурудзи – 0,12; сої – 0,6; ячменю – 0,06–0,12; гороху – 0,18; сорго – 0,10–0,25 мкг / г.

Аскорбінова кислота (вітамін С) добре зберігається в кислому середовищі, а в лугах швидко руйнується. У водних розчинах легко руйнується, особливо за наявності повітря, світла і слідів міді або заліза. В стиглих зернах злакових культур аскорбінової кислоти нема. Вона з'являється під час проростання зерна і міститься у великій кількості в ростках і в солоді.

Пантотенова кислота входить до складу деяких ферментів, в тому числі коферменту А, з участю якого відбувається синтез жирних кислот, стеринів та інших сполук. Добова потреба людини у пантотеновій кислоті 10–12 мг. Висока температура, луг і кислоти руйнують цей вітамін. Нестача пантотенової кислоти супроводжується порушеннями діяльності нервової системи, шлунково-кишкового тракту, затримкою росту, ураженнями шкіри. Пантотенова кислота міститься в усіх харчових продуктах, крім того, синтезується мікробною флорою шлунку. У зерні жита її міститься 10, кукурудзи – 5, сої – 18, гороху – 20, у пшеничних висівках – 25 мкг / г.

Холін бере участь в обміні фосфоліпідів, в побудові ацетилхоліну – сполуки, зв'язаної з передачею нервового збудження, регулює жировий обмін в організмі, запобігаючи розвитку атеросклерозу. У зерні пшениці холіну міститься 90, жита – 45, ячменю – 80, вівса – 90, кукурудзи – 40, гороху і бобів – 150–300, у пшеничних висівках – 130 мкг / г.

Міоінозит (мезоінозит) стійкий до кислот і лугів. Він стимулює ріст дріжджів, бере участь у процесах, які проходять в нервовій тканині, в регулюванні рухової діяльності шлунково-кишкового тракту. Добова потреба людини в інозиті близько 1 г. В рослинних тканинах інозит міститься головним чином у вигляді фітину.

У зерні присутні три жиророзчинні вітаміни: каротиноїди (провітамін А), вітамін Д і вітамін Е.

Каротини – провітаміни А у воді нерозчинні, погано розчиняються в спирті, але добре в хлороформі, бензолі, ефірі, в жирах. Стійкі до високої температури без доступу повітря. Добова потреба у вітаміні А 1 мг. У цілому зерні пшениці каротинів міститься 0,2, в ендоспермі – сліди, алейроновому шарі і оболонках – 3,3, зародку – 6,0, в зародку жита – 2,8–7,6, в зерні ячменю і вівса до 3 мкг / г.

Вітамін Д стійкий до лугів, але руйнується в мінеральних кислотах. Основна функція вітаміну Д в організмі – стимуляція засвоєння кальцію. У зерні злакових культур вітаміну Д немає.

Вітамін Е (токоферол) використовують як антиокислювач і для запобігання згіркненню олії. Його відсутність викликає порушення статевих функцій. У зерні пшениці вітаміну Е міститься 30, жита – 49, вівса – 23, проса – 26, кукурудзи – 96, рису – 34, гречки – 66, гороху – 45, квасолі – 27, сочевиці – 25, у пшеничному зародку – 355, кукурудзяному – 302, в олії з пшеничних зародків – 1500–3000, в соняшниковій олії – 350–420 мкг / г.

1.1.7. Феноли. В біохімії зерна до останнього часу феноли розглядались лише в аспекті впливу на них ферменту поліфенолоксидази. Хінони і продукти їх полімеризації, які утворюються під час окислення фенолів, зумовлюють потемніння хліба і макаронних виробів.

До групи монофенолів належить тирозин, який входить до складу білків зерна злакових культур. У зерні пшениці, недостиглому, пророслому чи пошкодженому клопом-черепашкою, тирозину значно більше, ніж в здоровому. Можливо, що певну роль відіграють також

сортів властивості. Встановлено, що в зерні мексиканських карликових пшениць вільного тирозину вдвічі більше (170–240), ніж у високорослих (100–114 мкг / г). У борошні, хліб з якого має темнішу м'якушку, також виявлено підвищений вміст тирозину, який окислюється під впливом поліфенолоксидази.

1.1.8. Ферменти. Роль ферментів серед біологічно активних речовин, які знаходяться в зерні, надзвичайно велика не лише для життєдіяльності зерна (насіння) як живого організму, але й для якості продукції. Визначальний вплив на якість продукції має активність гідролітичних і окислювальних ферментів. Біохімічні процеси в зерні й продуктах його переробки під час досягання, зберігання, переробки, випікання хліба відбуваються за участю ферментів, тобто майже усі процеси в зерні ферментативні. Значну роль ферменти відіграють у виробничих процесах багатьох галузей промисловості, насамперед харчової.

Ферменти поділяються на дві великі групи: однокомпонентні, які складаються виключно з білків, і двокомпонентні, до яких входять білки (апоферменти) і небілкові частини (простетична група). Апофермент двокомпонентних ферментів називається також білковим носієм, а простетична група – активною групою. У роботі з зерном найчастіше маємо справу з протео- і амілолітичними ферментами, поліфенолоксидазою, пероксидазою, каталазою, ліпоксигеназою, ліпазою, фосфатазою тощо.

Дія ферментів залежить від багатьох факторів, насамперед від температури і реакції середовища (рН). Оптимальна температура, за якої активність ферментів найвища, знаходиться в межах 40–50°C. За нижчої температури швидкість ферментативної реакції зменшується, а за температури, близької до 0°C, зовсім припиняється. За більшої температури, понад оптимальну, ферментативна реакція також зменшується, а потім повністю припиняється. Пояснюється це руйнуванням (денатурацією) білка.

Важливим фактором, від якого залежить дія ферментів, є активна реакція середовища – рН. Так, (β -амілаза може працювати в

кислішому середовищі, ніж α -амілаза. Активна діяльність усіх ферментів знаходиться в зоні рН від 4 до 5,5.

1.1.9. Пігменти. В зерні (насінні) тих чи інших культур можуть бути пігменти, які надають йому певного кольору. Це – порфірини, каротиноїди, антоціани, флавоноїди. Вони належать до однієї з трьох груп:

- ◆ жиророзчинні пігменти (порфірини і каротиноїди);
- ◆ нерозчинні в жирах пігменти (антоціани, флавоноїди і флавори);
- ◆ фарбуючі речовини, які утворюються внаслідок взаємодії сполук, що входять до складу зерна і насіння (меланіни, меланоїдини.)

Порфірини представлені хлорофілом. Цей пігмент надає рослині, зерну (насінню) зеленого кольору. Так, зерно жита, насіння конопель і деяких сортів сочевиці, сої, квасолі і гороху має зелений колір. Цей колір у зерна пшениці свідчить про те, що воно недостигле.

Каротиноїди обумовлюють жовтий колір різних відтінків. За хімічною природою каротиноїди – ненасичені вуглеці або їх кисневі похідні. Найпоширеніші в зерні каротиноїди – каротин, лютеїн, зеаксантин і криптоксантин.

Пігментація каротиноїдами зерна хлібних злаків впливає на його технологічну цінність. Кремовий колір, характерний для високоякісного пшеничного борошна, пояснюється, головним чином, вмістом каротиноїдів. Пігментація зерна високо ціниться у твердої пшениці, з якої виробляється макаронне борошно і манна крупа.

За хімічною природою сполуки сильно ненасичені, тому каротиноїди легко окислюються і знебарвлюються. Для запобігання окислювального знебарвлення каротиноїдів в макаронних виробках відомі способи введення в тісто антиокислювачів – бутилоксианізолу, диаль-дегідного кукурудзяного крохмалю 25 %-го ступеня окислення тощо.

1.1.10. Флавоноїди об'єднуються в надзвичайно поширені в рослинах речовини фенольної природи. Вони відіграють важливу

роль в обміні речовин рослинної клітини, беруть участь в окислювально-відновних процесах, в процесі росту рослин. Окремі групи флавоноїдів відрізняються ступенем окислення або відновлення. Це флавони і антоціани.

Флавони – речовини жовтого кольору, вони трапляються рідко. Найпоширенішими є антоціани. Найчастіше вони синього або фіолетового кольору, містяться в оболонках деяких сортів кормових бобів і квасолі, кукурудзи, жита, соняшнику.

Меланоїдини – утворюються при неферментативному процесі – взаємодії цукрів, а також карбонових сполук з амінокислотами і білками. Вони викликають потемніння продукту, беруть участь у створенні аромату, обумовленого природою реагуючих амінокислот і утворених карбонових сполук – проміжних продуктів. Так, лейцин викликає характерний запах червоного житнього солоду і житнього хліба, гліцин – карамелі, фурфурол – яблук, оксиметилфурфурол – медовий. Меланоїдини коричневого кольору різних відтінків утворюються в зерні (насінні) внаслідок самозігрівання, неправильного сушіння.

1.1.11. Кислотність зерна. У зерні є речовини, які у водних розчинах дисоціюють з утворенням іонів водню і гідроксилу. Таким чином зерно здатне зв'язувати кислоту і луг. Здатність зв'язувати луг залежить від білків, які містять карбоксильну групу; від жирних кислот, які звільняються внаслідок розщеплення жирів під дією триацил-гліцерол-ліпази; від фосфорної кислоти, яка у вигляді різних сполук міститься в зерні у значній кількості; від оцтової, молочної, яблучної та інших органічних кислот, яких у зерні міститься мало. Найбільшу кількість лугу зв'язують білки і неорганічні фосфати. Кислоту зв'язують переважно білкові речовини і фосфати.

Внаслідок великої кількості фосфорної кислоти (фітін, фосфатиди), яка входить в деякі сполуки зерна, фосфати відіграють значну роль в кислотності зерна. Сполуки кислого характеру дещо превалюють.

Нормальне за якістю зерно має незначну кислотність. За різних небажаних процесів під час збирання чи зберігання – проростання, самозігрівання – вміст кислих речовин збільшується. Під час цих процесів відбувається розпад жирів з виділенням вільних жирних кислот, здатних зв'язувати луг, розпадаються також і фосфорорганічні сполуки, внаслідок чого з'являються кислі фосфорнокислі солі. Отже, сума речовин, які зв'язуються лугами, значно зростає, а титрована кислотність різко збільшується. Величина кислотності є однією з ознак, яка характеризує ступінь свіжості зерна. При детальному вивченні стану зерна обов'язково визначають його кислотність.

Для оцінки кислотності зерна методом визначення активної кислотності, як правило, не користуються через велику буферну здатність речовин, які входять до складу зерна; унаслідок чого концентрації водневих іонів суспензій або водних витяжок змінюються у вузьких межах і не показують дійсної якості зерна. Якість зерна повніше характеризується показниками титрованої кислотності, яка вимірюється градусами кислотності. Градус кислотності дорівнює одному мілілітру нормального лугу, потрібного для нейтралізації 100 г розчиненого зерна (борошна). Здорове дозріле зерно пшениці має кислотність 3°.

Розподіл речовин за складовими частинами плодів і насіння

Речовини, які входять до складу зерна і насіння, розподілені за анатомічними частинами їх дуже нерівномірно. Це має важливе значення як при оцінці якості товарних партій, так і при організації технологічного процесу в різних галузях промисловості.

У розподілі речовин у плодах і насінні різних культур є багато особливостей, але є й спільні закономірності. Так, найбільше клітковини, геміцелюлоз, пентозанів і мінеральних речовин завжди є в покривних тканинах. Для зародків характерний високий вміст білків, цукру і жиру. Внутрішня частина зернівки (ендосперм) містить практично весь крохмаль зерна й основну масу білків, У

насінин олійних внутрішня їх частина (сім'ядолі або ядро) містить майже весь жир і більшу частину білків. Розподіл речовин за складовими частинами зерна на прикладі пшениці добре ілюструють дані проф. М. В. Роменськрго (табл. 13).

Таблиця 13

***Хімічний склад анатомічних частин зернини пшениці,
% на абсолютно суху речовину***

Частини зернини	Співвідно- шення частин зернини за масою	Білки	Крох- маль	Цукор	Кліт- ковина	Пенто- зани	Жири	Зола
Ціла	100,00	16,06	63,07	4,32	2,76	8,10	2,24	2,18
Ендосперм	81,60	12,91	78,82	3,54	0,15	2,72	0,68	0,45
Зародок	3,24	37,63 (41,30)	0	25,12	2,46	9,74	15,04	0,32
Оболонки з алейроновим шаром	15,48	28,75	0	4,18	16,20	35,65	7,78	10,51

Дослідження особливостей хімічного складу окремих частин зернини і насінини показало, що в межах кожної з них маємо своєрідний розподіл речовин. Встановлено, наприклад, що білки, які утворюють клейковину, розміщені в ендоспермі нерівномірно. Клейковини значно більше у периферійних частинах ендосперму, ніж у центрі (рис. 3).

Найбільша кількість клейковини міститься у крайовій частині ендосперму, яка примикає до алейронового шару. Виявлені і якісні відмінності в одній і тій самій групі речовин, що міститься в різних частинах зернини.

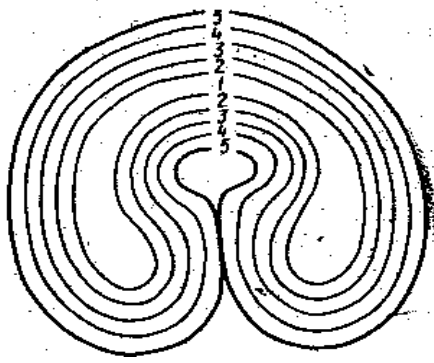


Рис. 3. Розподіл клейковини у зонах ендосперму у зерні пшениці:

найменша (1), найбільша (5) кількість клейковини

Так, жир ендосперму і зародка має істотні відмінності в жирових константах і йому властива різна

стійкість проти згіркнення.

Виявлені особливості в розподілі хімічних речовин дедалі більше й більше використовуються при оцінці якості і переробці зерна та насіння. Тепер відомо, що в не досить виповненому зерні (щуплому, з меншим процентом ендосперму) значно зростає вміст клітковини, пентозанів і золи, при цьому різко зменшується кількість крохмалю. Вихід білого борошна з такого зерна знижується, і якість його може бути гірша.

Нерівномірний розподіл білків у ендоспермі дає можливість виробляти з того самого зерна два види борошна, що використовуються на різні потреби: багате на білки (так зване збагачене) і бідне на білки, але з підвищеним вмістом крохмалю.

Вивчення кількісного співвідношення речовин, які входять до складу зерна злакових, насіння бобових, олійних культур, має дуже важливе значення для використання його у продовольчих і харчових цілях. Харчова цінність, як і кормові властивості продуктів переробки, залежить в першу чергу від вмісту в зерні (насінні) білкових речовин, вуглеводів, жирів, різних вітамінів і мінеральних речовин.

В процесі виробництва хліба, макаронних виробів та інших цінних продуктів суттєву роль відіграють ферменти зерна, від активності яких залежить перетворення білків і вуглеводів на різних етапах виготовлення цих продуктів. Інтенсивність життєдіяльності зерна і насіння значною мірою пов'язана як з вмістом води в них, так і з активністю ферментного комплексу й особливостями хімічного складу. Від того, наскільки інтенсивно проходять процеси

життєдіяльності в зерні (насінні), залежить можливість його зберігання без погіршення вихідної якості.

За хімічним складом зерно злакових культур належить до групи крохмальної рослинної сировини, бо в ньому знаходиться більше крохмалю, який є важливим енергетичним джерелом для майбутньої рослини. Зерно круп'яних культур містить багато клітковини, сої – білка і жиру.

За хімічним складом зерно і насіння поділяють на три групи: багате на крохмаль; багате на білки; багате на жири.

До першої групи відносять зерно злакових культур і насіння гречки. Вони містять вуглеводів – 70–80 %, основну частину яких становить крохмаль, білків – 10–16 і жиру – 2–5 %.

До другої групи належить насіння бобових культур, яке містить білків 25–30, вуглеводів 60–65 і жиру 2–4 %.

До третьої групи належать олійні культури, в насінні і плодах яких жиру міститься 25–50, білків 20–40 %, а також бобові (соя, арахіс), капустяні культури.

1.2. Фізичні властивості зерна

Структурно-механічні властивості зерна. Вони мають важливе значення під час переробки зерна в борошно і виготовлення крупи. При цьому особлива увага звертається на міцність зерна, тобто здатність протистояти руйнуванню під час технічного впливу. Цю величину можна встановити, якщо врахувати витрати енергії на подрібнення певної наважки зерна і визначити утворену поверхню подрібнених часток. Розмелювання проводять за допомогою лабораторного валкового станка із заданими геометричними і кінематичними параметрами валків, а поверхню утворених частинок визначають шляхом просіювання крізь сита з отворами різного діаметра. На основі цих даних

розраховують величину міцності як роботу, затрачену на утворення поверхні зерна під час подрібнення, обчислюючи її за формулою:

$$M = \frac{A}{S},$$

де M – міцність зерна, кгм / м ;

A – робота на подрібнення, кгм;

S – утворена після подрібнення поверхня, м².

Для повнішого уявлення про структурно-механічні властивості зерна необхідно знати характеристики не лише зерна в цілому, а і його окремих анатомічних частин – оболонки, зародка і ендосперму, які в процесі розмелювання піддаються дії робочих органів машин в неоднаковій мірі. Для цього потрібно визначити мікротвердість зернівки і її окремих частин.

Мікротвердість – це опір значній пластичній деформації, яка визначається спеціальним приладом ПМТ-3. На зернівку або її окремі частини діють індентором за різного навантаження. Таким інструментом є алмазна піраміда з квадратною основою і кутом 136° з вершиною між протилежними боками, яка дає відбитки на поверхні досліджуваного об'єкта.

За однакового навантаження глибина вдавлювання алмазної піраміди буде залежати від твердості досліджуваного матеріалу, яку визначають за формулою:

$$\frac{P}{F} = \frac{1,854 P}{d^2},$$

де H – твердість, кг / мм²;

P – нанесене навантаження, кг;

F – бічна поверхня відбитку, мм²;

d – величина діагоналі відбитку, мм².

Структурно-механічні властивості зерна значною мірою залежать від багатьох факторів: сортових властивостей, ґрунтово-кліматичних умов, технології вирощування, фази стиглості,

особливо вологості. Зі збільшенням вологості зерна його міцність збільшується, на розмелювання вологого зерна витрачається більше енергії, ніж на подрібнення сухого зерна (табл. 14). Мікротвердість зерна, його опір пластичній деформації зменшується. Сухе зерно поводить себе, як крихке тіло, вологе – як еластичне.

Таблиця 14

Вплив вологості на міцність зерна пшениці

Вологість, %	Міцність, кгм/м ²	Мікротвердість, кг/мм ²	
		оболонок	ендосперму
9,5	285	6,25	15,25
14,0	345	4,21	11,20
16,6	422	3,17	8,33
19,6	517	2,57	6,35

Цю обставину необхідно враховувати під час розрахунків робочих органів збиральних машин і регулювання їх впливу. При обмолоті зерна малої вологості занадто інтенсивна дія може призвести до розколювання його на частини, що різко зменшує посівні якості; якщо ж зерно має велику вологість, то ця механічна дія супроводжується роздавлюванням зародка і ендосперму, тобто зерно суттєво травмується, погіршується його якість і посівні властивості.

Певний вплив на структурно-механічні властивості зерна має температура. Зі зменшенням температури міцність зернівки зменшується, а мікротвердість збільшується, зерно стає крихкішим.

Геометрична характеристика зерна. Для зберігання і обробки зерна важливе практичне значення мають його фізичні властивості – форма, розміри, питома маса, характер поверхні і аеродинамічні властивості, які зумовлюють поведінку зерна в повітряному потоці. Визначення цих властивостей має важливе значення в загальній оцінці якості зерна.

Форма і розміри зерна та насіння неоднакові не лише в різних культур, але і в однієї й тієї ж культури і залежать від сорту, ступеня стиглості, умов вирощування тощо. В зв'язку з цим характеристику властивостей зерна будь-якої культури необхідно давати з урахуванням мінливості цих властивостей.

Форма зерна може бути круглою (кулястою), коли довжина, товщина і ширина однакові між собою. Характерними представниками є зерно гороху, проса, сорго. Найпоширеніша форма зерна – еліптична, коли ширина і товщина однакові, а довжина дещо більша, або усі три розміри різні. Найчастіше така форма трапляється у зерна злакових культур. Мало поширена форма зерна кутааста. Представником такої форми є зерно гречки.

Лінійні розміри – довжина, ширина, товщина – найважливіші показники, які дають зерну геометричну характеристику. Довжиною вважається відстань між верхівкою і основою зерна, шириною – найбільша віддаль між боками, товщиною – віддаль між спинкою і черевцем. Визначення цих розмірів характеризує крупність зерна.

Вирівняність зерна за розмірами відіграє важливу роль у технології одержання борошна і крупи, особливо в останньому випадку. Для лущення зерна плівчастих культур з крихким ядром (рис, гречки) необхідно виділити достатньо вирівняні за розміром фракції, щоб у зоні лущення забезпечити приблизно однаковий вплив на кожне зерно, бо в іншому випадку велике зерно подрібнюватиметься, а дрібніші фракції залишаться не лущеними. Форма і лінійні розміри зерна впливають на вибір сит повітряно-ситових сепараторів, трієрів, а також на характеристику робочих органів подрібнювальних або лущильних машин.

Геометрична характеристика зерна визначає щільність укладання його під час формування шару (шпаруватість) і особливо під час переміщення чи транспортування. Важливе значення показники геометричної характеристики мають для процесів

перенесення тепла і води, особливо під час гідротермічної обробки зерна. Усі показники геометричної характеристики зерна змінюються досить суттєво: довжина його в 2–2,5, ширина – у 2 – 3, товщина в 2,5 – 3 рази. В зв'язку з цим варіюють значення об'єму, площі зовнішньої поверхні зерна, їх співвідношення і сферичність (табл. 15).

Таблиця 15

Геометрична характеристика зерна

Культура	Лінійні розміри, мм			Об'єм (V), мм ³	Площа зовнішньої поверхні (F), мм ²	Сферичність	Співвідношення V/F, мм
	довжина	ширина	товщина				
Пшениця	4,2–8,6	1,6–4	1,5–3,8	11–56	40–75	0,82–0,85	0,49–0,64
Жито	5–10	1,4–3,6	1,2–3,5	10–30	30–45	0,45–0,75	0,28–0,42
Ячмінь	7–14,6	2–5	1,4–4,5	20–40	35–60	0,76–0,83	0,45–0,65
Овес	8–16,6	1,4–4	1,2–3,6	19–36	30–65	0,64–0,77	0,36–0,54
Рис	5–12	2,5–4,3	1,2–2,8	12–35	30–55	0,73–0,87	0,35–0,60
Кукурудза	5,5–13,5	5–11,5	2,5–8	140–260	80–145	0,55–0,80	0,70–0,90
Просо	1,8–3,2	1,2–3	1–2,2	5–6	10–18	0,90	0,50–0,80
Сорго	2,6–5,8	2,4–5,6	2–5	50–85	60...95	0,95	0,75–0,85
Горох	4–10	3,7–10	3,5–10	114–320	150–270	0,96	0,80–0,95
Гречка	4,4–8	3–5,2	2–4,2	9–20	30–55	0,60–0,65	0,50–0,70

Аеродинамічні властивості зерна. Вони визначають поведінку зерна в повітряному потоці, мають важливе значення під час очищення і сортування зерна. Аеродинамічні властивості зерна й інших часток, які знаходяться в суміші з ним, характеризуються

силою опору зерна (часток) і повітря у їх відносному русі. Цю силу опору визначають за формулою:

$$R = KF \frac{PV^2}{2} = KFnd,$$

де R – сила опору, Дж; F – площа найбільшої проекції частини;

$$\begin{aligned} K & \text{ – коефіцієнт опору; } P \text{ – щільність повітря, кг / с./м}^2; \\ \frac{V^2}{2} & = nd \text{ – швидкість тиску, кг/м}^2. \end{aligned}$$

Якщо в умовах вертикально-висхідного потоку повітря сила опору повітря врівноважує силу тяжіння зерна (частки), це зерно перебуває у зваженому стані. Швидкість висхідного потоку повітря, за якого частки знаходяться у зваженому стані, називається критичною швидкістю і визначається метрами за секунду. Ця величина коливається в широких межах для зерна і насіння різних культур залежно від його форми, розміру, крупності та інших факторів.

1.3. Технологічні властивості зерна

Різні галузі, які переробляють зерно, висувають неоднакові вимоги до сировини. Аналізуючи технологічний процес переробки зерна в борошно, необхідно враховувати велику кількість показників, що характеризують його за борошномельними властивостями, специфіку ведення технологічного процесу на борошномельних заводах сортового розмолу, якість борошна з точки зору хлібопечення, тому що тісто має поєднувати певні біохімічні та реологічні властивості й забезпечувати можливість використання сучасних машин.

Природні властивості зерна, що визначають різні прийоми і режими переробки, а також здатність його давати готові продукти

певної якості, становлять технологічні властивості. Технологічні властивості сировини на борошномельних, круп'яних і комбікормових підприємствах визначаються такими основними показниками: виходом готової продукції сумарно і за сортами; якістю готової продукції; затратами на виробництво одиниці маси готової продукції. У борошномельному виробництві додатково визначають показники виходу і зольності проміжних продуктів дрібнення зерна, а також технологічний показник, що відповідає співвідношенню виходу продукту і його зольності, та деякі інші.

Основною сировиною для виробництва борошна є зерно пшениці і жита. Показники, що використовуються для оцінки його технологічних властивостей, умовно поділяють на три групи, які визначають:

- ◆ загальний стан зернової маси;
- ◆ борошномельну якість;
- ◆ хлібопекарські властивості зерна.

Загальний стан зернової маси оцінюють за смаком, запахом, кольором, вологістю, зараженістю шкідниками хлібних запасів, засміченістю, кількістю дрібної фракції зерна.

Борошномельні властивості зерна представлені склоподібністю, крупністю, вирівняністю, натурою, масою 1000 зерен, щільністю, зольністю, розмелоздатністю.

Хлібопекарські властивості зерна пшениці оцінюють за вмістом і якістю клейковини, газоутворюючою здатністю, дисперсним складом борошна, фізичними властивостями тіста і пробною випічкою хліба. Ураховуючи будову і хімічний склад зерна жита, його хлібопекарські властивості визначають за показниками автолітичної проби, амілограми, пробної випічки хліба.

У зерні пшениці на макаронне борошно враховують його макаронні властивості, які визначають на зразках макаронної крупи, напівкрупки. До показників, які характеризують макаронні

властивості, відносять вологість, зольність, вміст і якість клейковини, дисперсійний склад крупки і напівкрупки, їх колір, а також вміст білка, кислотність, фізичні властивості тіста на фаринографі.

Технологічні властивості круп'яного зерна оцінюють за сукупністю показників, які поділяють на три групи: ті що характеризують загальний стан зернової маси; що визначають круп'яні властивості і споживчу цінність крупи. Загальний стан круп'яного зерна визначається кольором, запахом, вологістю, засміченістю, зараженістю і вмістом чистого ядра в зерні деяких культур. Круп'яні властивості зерна характеризуються плівчастістю, однорідністю, типовим складом, розмірами і вирівняністю за крупністю, консистенцією ядра, масою 1000 зерен, показниками лабораторного виходу крупи. Споживчу цінність крупи визначають за якістю крупи, смаком і кольором каші, приваром або об'ємом і масою, структурою каші.

Показники, які найповніше відображають якість зерна, ураховані в стандартах на зернові, бобові та олійні культури. Кожний такий стандарт містить базисні кондиції якості зерна за всіма показниками.

Базисні кондиції – це норми якості зерна, які забезпечують його добре зберігання та вихід продукції встановленої якості.

При оцінці партії зерна і насіння показники якості залежно від їх призначення поділяють на три групи.

Перша група (загальні показники якості партій зерна і насіння різних культур продовольчого, фуражного і технічного призначення). Це обов'язкові показники для всіх партій зерна і насіння, що використовуються для будь-яких потреб. Показники цієї групи універсальні і їх визначають на всіх етапах хлібообігу, починаючи з формування партій під час збирання врожаю. До них належать: ознаки свіжості зерна, зараженість шкідниками хлібних запасів, вологість і засміченість. Ці показники включені до

заготівельних (базисних) кондицій, з їх урахуванням приймають зерно і насіння заготівельні підприємства.

Друга група (показники якості партій зерна і насіння окремих культур та певного цільового призначення). Обов'язкові при оцінці партій зерна деяких культур певного цільового призначення. До цієї групи відносять такі показники, як натура зерна, склоподібність, кількість та якість клейковини для пшениці, крупність, вміст ядра і плівок для зерна круп'яних культур, схожість та енергія проростання для пивоварного ячменю і зерна, що використовують в спиртовому виробництві.

Третя група (додаткові показники якості). Ці показники визначають в разі потреби. До них відносять визначення компонентів хімічного складу зерна, видовий і чисельний склад мікрофлори, залишковий вміст фумігантів після дегазації тощо.

Оцінку кожної партії починають з визначення показників першої групи, потім, за необхідності, переходять до показників другої і третьої груп. Для аналізу відбирають точкові проби, формують об'єднану, середньодобову і виділяють середню пробу масою $2 \pm 0,1$ кг. Порядок формування проби здійснюють згідно зі стандартом.

1.4. Загальні показники якості партій зерна і насіння різного призначення

1.4.1. Ознаки свіжості і дефектності зерна

Оцінку середньої проби починають з аналізу зовнішнього вигляду, запаху і смаку зерна й насіння. Усі ці показники визначаються органолептично (сенсорно) і дають уявлення про добротність і здоров'я зерна. Свіжим вважається зерно, в якому не відбулося ніяких змін під впливом несприятливих умов досягання, збирання та зберігання. Воно повинно мати гладеньку поверхню, природний блиск і колір, властиві зерну даної культури чи сорту.

Запах зерна і насіння. Поява в зерні чи насінні запахів, невластивих даній культурі свідчить про відхилення від норми якості. Запахи поділяються на дві групи: запахи сорбційного походження і запахи розкладу.

До *першої групи* відносять *сорбційні запахи*, які зерно чи насіння набувають як результат сорбції ефірних олій. Вони з'являються внаслідок змішування зерна з частками рослин або їх насінням під час збирання врожаю. Зерно легко набуває запахи полину, часнику, буркуну, сажки тощо.

- ◆ Димний запах проявляється внаслідок абсорбції поверхнею зерна газів у процесі сушіння.

- ◆ Запахи нафтопродуктів, хімічних речовин тощо є безпечними, тому що можуть зникати при очищенні, сушінні та вентиляції зерна.

До *другої групи* відносять запахи, набуті зерном внаслідок несприятливих умов під час досягання, збирання або зберігання:

- ◆ комірний запах властивий зерну, яке зберігається тривалий час у сховищах без вентилявання;

- ◆ затхлий і плісняво-затхлий запах виникає внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів, особливо плісневих грибів;

- ◆ солодовий або плісняво-солодовий запах проявляється під впливом процесів, що відбуваються в здоровій масі під час самозігрівання, унаслідок розвитку мікроорганізмів;

- ◆ медовий запах виникає за умови значного розвитку в зерновій масі кліщів;

- ◆ пліснявий, як правило, виникає у вологому і сирому зерні внаслідок розвитку на ньому плісневих грибів;

- ◆ кислий запах – результат різних видів бродіння, особливо оцтовокислого;

- ◆ гнильний запах виникає в зерні внаслідок тривалого процесу самозігрівання, а також інтенсивного розвитку шкідників.

У практиці зберігання зерна за запахом визначають ступінь його псування (ступінь дефектності), їх всього чотири:

1) зерно з псуванням першого ступеня має солодовий запах, підвищену ферментативну активність, інтенсивне дихання. Таке зерно можна використовувати на продовольчі цілі для одержання з нього борошна і печеного хліба, що відповідають встановленим вимогам за якістю;

2) зерно з псуванням другого ступеня характеризується плісняво-затхлим запахом різного рівня залежно від ураження плісневими грибами. Зерно, у якого ендосперм і зародок середньоуражені плісневими грибами, з дозволу ветеринарного нагляду використовують на корм тваринам і птиці та на технічні цілі;

3) за значного ураження, коли під впливом плісневих грибів і дуже розвинутого бактеріозу розкладаються білкові речовини і жири, зерно має гнильно-затхлий запах, настає третій ступінь псування. Таке зерно використовують лише для технічних цілей;

4) за четвертого ступеня дефектності зерно стає буро-чорним. Його також використовують для технічних цілей.

Зміна властивого для зерна кольору і блиску є першою ознакою несприятливих умов досягання, збирання, зберігання чи порушення технологічних прийомів доробки. Унаслідок зволоження атмосферними опадами, проростання, самозігрівання чи під дією інших факторів оболонки втрачають гладеньку поверхню і блиск, зерно набуває тьмяного, білястого чи стемнілого кольору. Для такого зерна характерні зменшений вміст ендосперму, підвищена кількість водорозчинних речовин і активність ферментів. Це позначається на якості клейковини. Вона має знижену водовбірну здатність, погану еластичність і розтяжність, що впливає на «силу борошна». Хліб із борошна з такою клейковиною має меншу пористість, заминаючу м'якушку, невеликий об'ємний вихід, погіршену смакову якість.

Проросле зерно. Надмірне зволоження, тепло і кисень призводять до проростання зерна, під час якого відбувається розпад в ендоспермі і сім'ядолях високомолекулярних і фізіологічно

нерухомих речовин до низькомолекулярних розчинних речовин з участю води під дією ферментів. Інша особливість проростання полягає в тому, що, якщо в ендоспермі відбуваються переважно гідролітичні процеси, то в зародку переважають процеси синтезу. Якщо для індивідуального розвитку (онтогенезу) проростання насіння є природним і обов'язковим етапом життєвого циклу, то для зберігання і, в більшості випадків, промислової переробки зерна – процесом небажаним, який погіршує його якість і призводить до псування. Борошно з пророслого зерна має солодкий смак. Зерно збільшується в об'ємі, зменшується його сипкість, в'язкість суспензії, збільшується частка розчинних у воді речовин. основний показник глибоких біохімічних змін в пророслому зерні – посилення дії ферментів. Особливо великої активності набуває α -амілаза. Активовані протеолітичні ферменти гідролізують білки з утворенням поліпептидів і амінокислот. В клейковині зменшується вміст дисульфідних зв'язків, і вона значно послаблюється. Вільна α -амілаза розріджує тісто. Суха маса зерна від проростання зменшується за рахунок втрати органічних речовин, що супроводжується інтенсивним диханням.

Морозобійне зерно. Пошкодження достиглого зерна морозом на пні зменшує врожайність, погіршує борошномельні і хлібопекарські властивості зерна, ускладнює його зберігання. Основна ознака пошкодження неповністю стиглого зерна під впливом промерзання і наступного відтавання – це повне припинення або затування процесів синтезу при одночасному збільшенні процесів гідролізу. Для морозобійного зерна характерні незавершеність процесів біосинтезу білків і полімерних вуглеводів. Зі зменшенням загальної кількості білків і вмісту клейковини його якість значно погіршується, воно стає дуже міцним, крихким. Загальна кількість вуглеводів у зерні зменшується внаслідок незавершення процесів формування крохмалю, відносна кількість цукрі і клітковини, навпаки, збільшується. Для морозобійного зерна

характерні інтенсивність дихання, легка піддатливість самозігріванню, розвитку в ньому мікроорганізмів, особливо плісняв, що ускладнює його зберігання.

Суховійне зерно. Недостатня забезпеченість рослин водою, яка супроводжується високою температурою (засуха), або дія сухих вітрів за високої денної температури і низької вологості повітря (суховій) погіршує якість зерна та зменшує врожайність. Під дією засухи або суховіїв під час формування колоса, цвітіння зерно може зовсім не утворитися. Зерно, захоплене суховієм в молочному стані, буде щуплим. Чим раніше зерно захоплене суховієм, тим меншою буде його маса. Залежно від ступеня стиглості зерна під час суховіїв швидкість подальшого накопичення в ньому поживних речовин зменшується до 40 – 60 %. Суховії викликають посилений доступ розчинних азотних речовин у зерно, а вуглеводів зменшений: висока температура гальмує фотосинтез і може призвести до гідролізу полісахаридів зерна. Суховійне зерно багатше від нормального на білковий азот і клейковину і, відповідно, бідніше на розчинні сполуки азоту (амінокислоти). Недостатня кількість вуглеводів може сприяти зменшеній кількості в зерні жиру порівняно з нормальним зерном.

Стікання зерна. Часто спостерігається щуплість зерна під час досягання, з'являються борошнисті плями, рожевий наліт, а також «чорний зародок». Цевідбувається внаслідок так званого стікання зерна, що супроводжується надмірними опадами і високою температурою повітря. В рослині зменшується приплив асимілятів у зерно: опади вимивають з ендосперму розчинні вуглеводи, які утворилися внаслідок гідролізу з раніше накопиченого крохмалю; збільшується витрата накопичених речовин на дихання. Внаслідок затяжних дощів витрачаються не лише вуглеводи, а й азотні і мінеральні речовини, в зерні збільшується вміст загального фосфору.

Стікання зерна відбувається у вигляді специфічного двофазного захворювання: неінфекційної та інфекційної фаз.

У неінфекційній фазі, зволоження зерна, особливо за високої температури під час молочного стану і воскової стиглості зерна, а також у фазі повної стиглості зерна на пні і у валках після обмолоту в зерновій масі зростає активність гідролітичних ферментів, головним чином амілаз (в 2,5 раза). Одночасно протеолітичні ферменти розщеплюють білки і переводять їх у низькомолекулярні азотні речовини, накопичення яких збільшує осмотичний тиск в клітинах. Унаслідок цього збільшується доступ до них води з вологої поверхні зерна, із зерна виділяються цукри і азотні речовини, воно збіднюється поживними речовинами. Одночасно в зерні посилюється дихання. Синтезована в процесі дихання вода додатково зволожує зерно, що ще більше посилює гідролітичні і окислювальні процеси. Наростання процесів в неінфекційній фазі здатне за 1 – 3 доби призвести до значних втрат в масі і погіршення якості.

Для другої, інфекційної фази, характерне заселення колосків і зерна мікрофлорою – грибами. При їх розвитку з'являються чорні крапки або плями різної форми і розмірів. Таке зерно втрачає всі свої споживчі властивості.

1.4.2. Пошкодження зерна комахами-шкідниками

Хлібні запаси можуть пошкоджуватись різними видами комах і кліщів, як у полі, так і у сховищах, що позначається на зовнішньому вигляді (змінюється виповненість і забарвлення) та суттєво впливає на якість борошна і хліба. Найнебезпечнішим є клоп-черепашка, який пошкоджує усі зернові культури, особливо пшеницю і ячмінь. Навесні клопи ссуть стебла молодих рослин, внаслідок чого центральний листок жовкне, скручується і відмирає. Комахи після колосіння пошкоджують стебла нижче колоса, який

біліє і засихає. Молоді личинки пошкоджують переважно остюки, плівки колоса і зерна. Надалі, під час наливу і до збирання врожаю, черепашки живляться лише зерном.

Зерно, пошкоджене клопом-черепашкою під час наливу, зсихається і набуває блідо-жовтого кольору. Воно стає щуплим, зморшкуватим, з жовтими плямами і часто помітними на них чорними крапками – слідами уколу клопа-черепашки. Пошкодження у фазі молочного стану менше змінює форму зерна, ніж під час наливу. Внаслідок пошкодження в цій фазі на поверхні зерна утворюються вм'ятини з жовто-кремовими або блідо-жовтими плямами, які знаходяться з обох боків його по всій поверхні. Інколи бувають зморшки, але не такі чіткі, як від пошкодження під час наливу зерна.

Якщо клоп-черепашка пошкоджує зерно на початку воскової стиглості, воно здебільшого зберігає свою форму, інколи в окремих місцях, частіше біля борозенки, спостерігається зморшкуватість. Проколюючи зерно, клоп виділяє слину, яка не поширюється по ендосперму, як у попередні строки пошкодження, а локалізується в зоні уколу. На поверхні зерна утворюється жовто-кремова пляма, часто з чорною крапкою. Від пошкодження зерна у фазі повної стиглості зберігається його форма і розмір, але утворюється жовто-кремова пляма, з різко вираженим контуром із однією або декількома крапками. Часто клоп-черепашка пошкоджує зародок, особливо у фазі повної стиглості зерна. Навколо зародка формується біла пляма без зморшок і слідів уколу (рис. 4). Ферменти, які виділяє клоп-черепашка, пошкоджуючи зерно, гідролізують як білки, так і вуглеводи.

В зерні відбуваються глибокі фізіологічні зміни: збільшується інтенсивність дихання й активність ферментів. Вміст вільних амінокислот, і перш за все тирозину, збільшується. Борошно з зерна, пошкодженого клопом-черепашкою, має погані хлібопекарські якості.

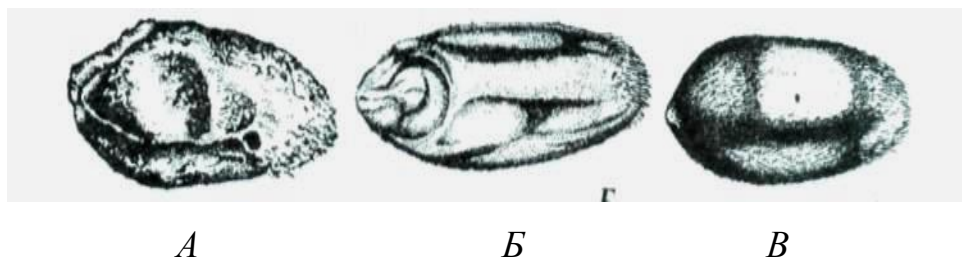


Рис. 4. Зерно, пошкоджене клопом-черепашкою у фазі наливу (А). на початку воскової стиглості (Б), у фазі повної стиглості (В).

Клейковина руйнується і не відмивається з пошкодженого зерна. Хліб з такого зерна практично не дає потрібного об'єму, властивого сорту, характеризується великою розпливчастістю. Череневий хліб має млинцеподібну форму. Ферменти шкідника дуже довго зберігають свою активність. В процесі розмелу борошно з пошкоджених зерен змішується з борошном здорового зерна. До того часу, поки борошно зберігається в сухому стані, фермент не діє, але варто лише замісити тісто, як починається бурхливий процес розщеплення білкових молекул.

Внаслідок цього клейковина втрачає свої властивості, стає мазкою, розтяжною, набуває сірого або темно-сірого кольору. Одержане з такого борошна тісто має невелику пружність, розпливається, хліб не зберігає властиву йому форму (рис. 5).

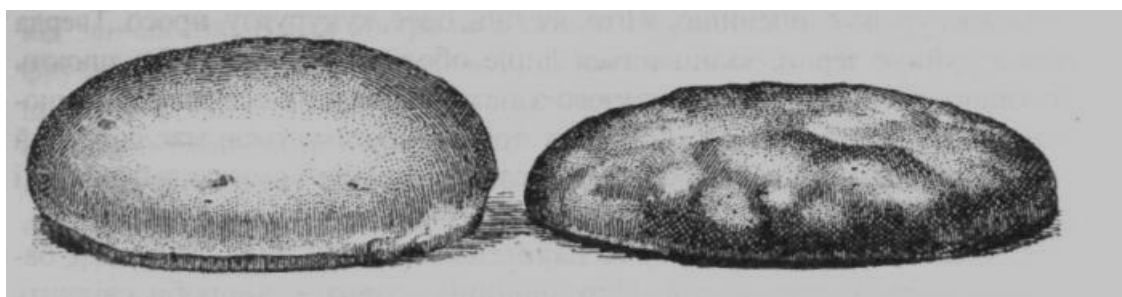


Рис. 5. Череневий хліб із зерна озимої пшениці Безоста 1:
 непошкодженого
 клопом-черепашкою
 пошкодженого на 5 %

Трипси, злакові мухи і хлібні пильщики завдають відчутної шкоди врожаю. З пошкоджених ними рослин формується щупле, низько-натурне зерно з невеликим виходом борошна, непридатного для хлібопечення.

За державними стандартами партії зерна, заражені комахами, вважаються некондиційними, тоді як наявність в зерні деякої кількості кліщів допускається. Тобто, хлібоприймальні підприємства не приймають зерно, пошкоджене комахами, а зерно, пошкоджене кліщами, приймають за нижчими цінами. Для запобігання зараженості зерна і насіння необхідно своєчасно перед збиранням врожаю знезаразити токи, знищити торішні залишки збіжжя, провести дезінсекцію зерносховищ, тари, мішків, транспортних засобів.

В зерні і насінні визначають явну і приховану форми зараженості шкідниками. Ступінь зараженості зерна (I, II, III) встановлюють згідно зі стандартом за кількістю живих, найбільш поширених шкідників в 1 кг зерна. Мертвих шкідників зараховують до сміттевої домішки і при визначенні зараженості не враховують.

1.4.3. Зерно, уражене хворобами

Хвороби завдають великих втрат урожаю і якості зерна, особливо якщо рослини уражені іржею, сажкою, борошнистою росою, кореневими гнилями фузаріозом та іншими бактеріальними хворобами. Від ураження рослин іржею зменшується асиміляційна поверхня листків, порушуються біохімічні процеси в них, послаблюється зимостійкість. Все це негативно позначається на кількості і якості врожаю. Зерно стає щуплим, з досить поганими технологічними якостями, вихід борошна невеликий (менше 50%), воно темного кольору, відбувається різке зменшення вмісту в зерні білка.

Досить небезпечною хворобою зерна є фузаріоз, який уражує рослини пшениці, жита, ячменю і бобових культур. При цьому змінюється хімічний склад зерна: гідролізується білок і накопичуються продукти його розпаду (аміак, амід, пептиди, вільні амінокислоти), руйнується крохмаль і, частково, клітковина. Можливе накопичення токсичних речовин, які викликають захворювання людей і тварин. Борошно із зерна пшениці, ураженого фузаріозом, утворює вологе, липке тісто. Спостерігається зменшення кількості і погіршення якості клейковини: вона стає розпливчастою, слизькою або малорозтяжною, темного кольору і неприємного запаху. Зерно, уражене фузаріозом, отруйне. Борошно, одержане з такого зерна, непридатне для харчування. Поїдання хліба з нього викликає хворобу, яка називається "п'яним хлібом". З'являється млість, запаморочення, блювання, сонливість, скутість ходьби.

Сажка уражує пшеницю, жито, ячмінь, овес, кукурудзу, просо. Тверда сажка руйнує зерно, залишається лише оболонка. Спори забруднюють борошно, яке набуває неприємного запаху зіпсованих оселедців і темного кольору. Хліб з такого борошна погано пропікається, має солодкий смак і неприємний запах. Стеблова сажка зменшує вміст клейковини і погіршує її якість. Серед бактеріальних хвороб найбільшої шкоди пшениці завдає бактеріоз чорний плямистий. Про значний розвиток хвороби свідчить побуріння всього колосу. Зерно, сформоване в досить ураженому колосі, покрите дрібними коричневими або навіть чорними плямами. При цьому оболонка його хоч і не руйнується, але дуже розм'якшується. Від ураження бактеріозом чорним у пшениці зменшується асиміляційна поверхня, посилюється дихання рослин, на що витрачається велика кількість пластичних речовин. Внаслідок цього зменшується кількість зерен у колосі, маса 1000 зерен, що призводить до зменшення врожайності і погіршення якості.

Прожовкле зерно. Воно найбільш характерне для рису. Домішки прожовклого зерна в крупі псують зовнішній вигляд готової

продукції, надають крупі неприємного смаку, запаху і погіршують кулінарні властивості. За вмісту в партії рису від 0,5 до 2 % прожовклих зерен неможливо виробити крупу вищого сорту, а за вмісту їх понад 5 % неможливо одержати крупу навіть другого сорту. Процес пожовтіння зерна рису починається ще в полі, особливо, коли валок лежить на вологому ґрунті або змочується опадами чи росами. При довготривалому зберіганні в сховищах інтенсивність пожовтіння збільшується. Загибель зародка також сприяє пожовтінню. Умови, сприятливі для пожовтіння, – це підвищена вологість рису-зерна (понад 20 %) і температура (понад 30°C).

Унаслідок накопичення продуктів розпаду білків і вуглеводів відбувається реакція меланоїдиноутворення, що й спричиняє пожовтіння зерна рису. Потемніння крупи під час варіння – також результат меланоїдиноутворення. Крім того, причиною пожовтіння зерна рису є мікроорганізми, переважно гриби, а в окремих випадках – бактерії. Розмножуючись на зерні, мікроорганізми виділяють зафарбовані меланіни.

Є дані, що деякі штами *Penicillium* і *Aspergillus*, які викликають пожовтіння зерна рису, виділяють токсичні речовини. Вони являють собою метаболіти грибної флори. За хімічним складом прожовклі зерна рису значно відрізняються від звичайних. Вміст цукрози в них у 10 разів менший, а глюкози і фруктози, навпаки, більший в два – три рази, органічного фосфору – менший на 30 %, а мінерального більший у п'ять разів. Склад білків, особливо глобулінів і проламінів також значно змінюється. Глобулінів у прожовклому зерні в п'ять разів більше, а проламінів, навпаки, вдвічі менше, ніж у білому.

Отруйне зерно. Джерелом шкідливих для людини і тварин речовин в зерні можуть бути: хвороби рослин під час їх вегетації, залишкова кількість отрутохімікатів, що використовувались в полі для боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами; залишкова кількість отрутохімікатів, що використовувались для знищення шкідників хлібних запасів в сховищах, елеваторах, на круп'яних і

борошномельних заводах; отруйні речовини, що з'явилися в зерні внаслідок розвитку мікроорганізмів і шкідників. Від розвитку деяких грибів зерно набуває токсичних властивостей. Використання такого зерна для харчових і кормових цілей викликає в людей і тварин хвороби, що називаються мікотоксикозами. Рідше токсичні речовини в зерні виробляються бактеріями.

Злакові культури уражуються багатьма грибами з родини *Fusarium*. Ріст грибів викликає значні зміни в хімічному складі зерна. Відбувається енергійний гідроліз білків і накопичення продуктів їх розпаду: аміаку, пептидів, амінів, вільних амінокислот і токсичних для людини і тварин речовин. Деякі гриби з родини *Fusarium* мають патогенні властивості (*F. Sporotrichiella*, *F. Graminearum*). Зерно, яке перезимувало в полі, також може бути отруйним. Найтоксичніше таке зерно проса, гречки, кукурудзи. В отруйному зерні відбуваються помітні деструктивні процеси: збільшується вміст небілкового і амінного азоту; зменшується вміст крохмалю; підвищується активність α -амілази і значно зменшується вміст пероксидази.

1.4.4. Вологість

Під вологістю зерна і насіння розуміють кількість гігроскопічної вологи, вираженої у відсотках до наважки, взятої для висушування. Вологість нормується всіма стандартами на зернові, зернобобові, олійні культури і має економічне та технологічне значення. Під час здачі зерна оплата ведеться за вміст сухої речовини. При розрахунках за зерно за основу береться базисна вологість. У разі відхилення від неї господарство може мати натуральні знижки і грошові знижки. За кожен відсоток вологи вище базисної зменшують на відсоток фізичну масу і нараховують грошову знижку (плата за досушування зерна). Технологічне значення вологості велике. Для успішного зберігання зерна його вологість не повинна бути вище

базисної. Вологість зерна 15–17 % визначається як зона технологічних оптимумів, оскільки при виробництві борошна та круп саме в цих межах значень вологості зерно набуває оптимальних технологічних властивостей.

Підвищення вологості обумовлює збільшення об'ємної маси, тому сире зерно займає більший об'єм. Вологе зерно має меншу швидкість самопливу – фактор, важливий під час транспортування зерна.

При вирішенні практичних питань організації зберігання зерна дуже важливо знати, за якого вмісту води зерно переходить в стан активної життєдіяльності. Зона цього переходу характеризується різким підвищенням інтенсивності дихання в результаті появи невеликої кількості вільної води. Стан зерна, за якого вода в ньому знаходиться в зв'язаному стані (до появи вільної води) називають **критичною вологою**. Вільна вода з'являється в зерні, якщо його вологість перевищує критичну на 0,5 – 1,0 %. Для різних культур критична вологість різна: для зернових злакових – 14–16%, зернобобових – 15–17 %, олійних – 6–8%.

Добре зберігається сухе зерно, тобто, таке зерно, вологість якого на 1–2% нижче критичної. Під час зберігання середньо-сухого зерна з'являється небезпека посилення інтенсивності дихання і розвитку мікроорганізмів, комах та кліщів. Тобто можливість зберігання такого зерна обмежена, тим більше вологого. Зерно, вологість якого перевищує критичну на 2–3 %, зберігати дуже важко.

Величину вологості зерна зернових, зернобобових та олійних культур визначають повітряно-тепловими стандартними методами. Для швидкого визначення вологості зерна (протягом декількох хвилин) використовують прилади вологоміри, в основу яких покладено принцип електропровідності. Точність цього методу залежить не тільки від налагодження приладу, але й від досвідченості лаборанта. На показання приладів істотно впливає

рівномірність розподілу вологи в зерні і наявність різних домішок у наважці.

1.4.5. Засміченість

Засміченість зерна – це кількість домішок в зерні, визначається у відсотках до його маси. Домішки знижують цінність зерна та можливість його зберігання.

Домішки поділяють на смітну і зернову, для олійних культур – олійну домішку. Види і вміст зазначених домішок нормуються стандартами по кожній культурі.

До смітної домішки відносять мінеральну (земля, пісок, галька, тощо) і органічну (рослинного і тваринного походження). До органічної смітної домішки тваринного походження включають неживих комах і їх екскременти.

До органічної смітної домішки рослинного походження відносять:

- а) частини стебел рослин, стрижні колосу, остюки, плівки;
- б) насіння всіх дикорослих і зерно культурних рослин, не віднесених до зернової домішки, використання яких разом з основним зерном неможливе (наприклад, в пшениці і житі зерна вівса, гречки, проса, насіння бобових зараховують до смітної домішки);
- в) шкідливі домішки – склероції ріжків, мішечки і спори сажки, зерна, пошкоджені нематодою, насіння пожитниці п'янкої, гірчака повзучого, софори китицеподібної, лишайника, в'язеля барвистого, геліотропа опушено-плідного, триходесми сивої, які містять алкалоїди, небезпечні для здоров'я людини і тварин;
- г) зіпсовані зерна всіх культурних рослин – загнилі, плісняві, обвуглені, підсмажені при сушінні з явно і повністю зіпсованим ядром, а також зерна з повністю виїденим шкідниками ендоспермом. Для різних культур базисна норма смітної домішки становить 1–3 %. За кожний її відсоток вище базисної норми

загальну масу зерна зменшують на 1 %. При цьому закупівельні ціни на зерно знижуються на суму вартості його очистки.

До зернової домішки відносять зіпсовані зерна основної культури. Це зерна:

а) биті і поїдені шкідниками (для жита 50% битих і поїдених), незалежно від характеру і розміру пошкодження, але не віднесені до смітної домішки;

б) роздавлені; в) щуплі (сильно недорозвинені);

г) пророслі (з корінчиком або паростком), деформовані (з явно зміненим кольором оболонки внаслідок проростання);

д) морозобійні (зморшкуваті, білясті, зелені і позеленілі);

е) пошкоджені самозігріванням чи сушінням (підсмажені, роздуті);

ж) зелені;

и) зерна і насіння культурних рослин, які можна використати за цільовим призначенням разом з основним зерном (наприклад, в пшениці зараховують жито і ячмінь).

Вміст зернових домішок в зерні обмежується 2–3 %. В партіях зерна 85 % і більше повинно займати основне зерно, в противному разі його називають зерносумішшю.

До основного зерна відносять:

а) нормальні за зовнішнім виглядом зерна основної культури;

б) ушкоджені і поїдені зерна, за характером пошкоджень не віднесені до смітної і зернової домішок (для жита – биті і поїдені 50 % від загальної кількості);

в) дрібне зерно;

г) зерно інших культурних рослин за цінністю, не нижчою цінності зерна основної культури, і яке можна використати на ті ж потреби, що й зерно основної культури (наприклад, в партії жита зерно пшениці).

1.5. Показники якості партій зерна і насіння окремих культур та певного цільового призначення

1.5.1. Натура

Натура – це маса 1 літра зерна, виражена в грамах. Це один із найдавніших показників, який характеризує технологічні властивості і харчову якість зерна. Натура зерна нормується тільки для чотирьох зернових культур – пшениці, жита, ячменю, вівса. В партіях зерна інших культур натуру не визначають, тому що вона недостатньо узгоджується із виповненістю.

Натура зерна залежить від виповненості окремих зерен, кількості і складу домішок, вологості зерна. Натура зерна знаходиться в межах:

пшениця.....	700...810 г/л
жито	600...750 г/л
ячмінь.....	530...650 г/л
овес	400...590 г/л

Загальновідомо, що чим більша виповненість зерна, тим більша його натура. Це пов'язано з високою густиною ендосперму такого зерна. Наявність домішок зменшує натуру. В засмічених партіях зерна вологість, як правило, вища, унаслідок чого зменшується сипкість, укладання зерен стає розсипчастим, що і знижує натуру.

Детальне дослідження показує, що домішки крупних бур'янів (кукіль, в'юнок) майже не впливають на натуру пшениці і жита, але помітно підвищують натуру ячменю і вівса. Мілкі домішки (гірчиця, лобода) підвищують натуру всіх злаків за рахунок того, що їх мілке насіння розподіляється між крупним зерном основної культури і підвищує щільність укладання. Отже, натура зерна залежить від шпаруватості.

Підвищення вологості зерна зменшує натуру зерна внаслідок того, що набухання колоїдів підвищує об'єм кожного зерна, тоді як густина води нижча від густини сухих речовин – крохмалю і білка.

Наприклад, якщо за вологості зерна 14 % натура становить 765 г/л, то за вологості 18,5 % - менше 700. Лише в зерні плівчастих культур волога витісняє повітря з проміжків: між квітковими плівками і плодовими оболонками, що підвищує густину зерна, а, значить, і його натуру. Натура зерна корелює зі склоподібністю ($r = 0,75$), розмірами зерна ($r = 0,65-0,85$), зольністю борошна ($r = -0,75$). Натуру зерна визначають за допомогою пурки згідно зі стандартом (рис. 6).

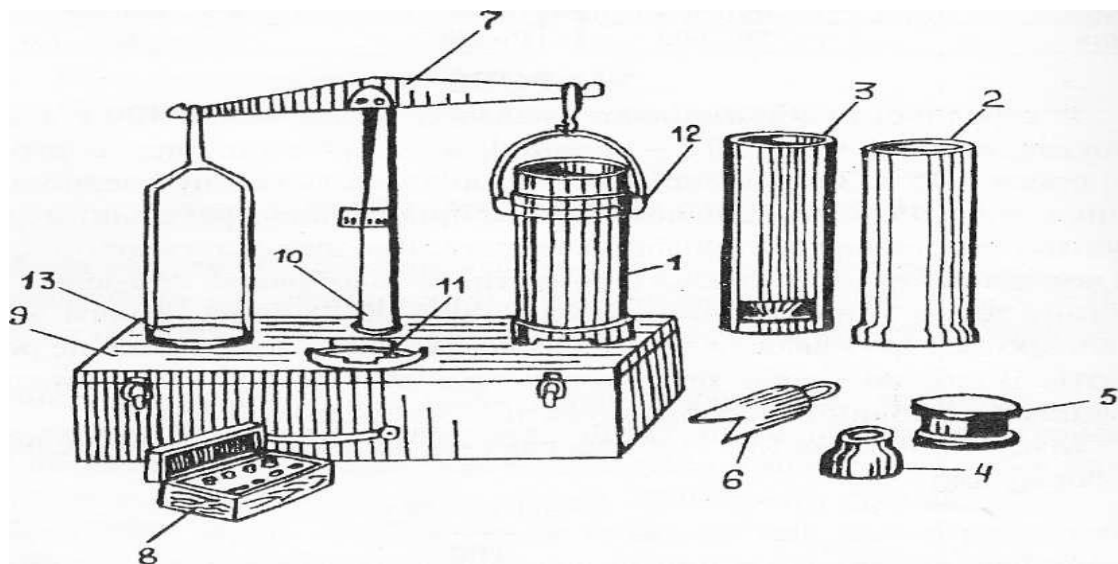


Рис 6. Пурка літрова:

1 – мірка; 2 – наповнювач; 3 – циліндр з лійкою; 4 – лійка для надівання на циліндр; 5 – тягарець; 6 – ніж; 7 – коромисло вагів; 8 – гирки; 9 — ящик-футляр для зберігання пурки; 10 – гніздо для стояка вагів; 10, 11 – гніздо для закріплення мірки; 12 – щілина в мірці; 13 – важка шалька

Показники об'ємної маси використовують для розрахунку необхідної місткості сховищ, а також для приблизного визначення фізичної маси партії зерна.

1.5.2. Крупність і вирівняність

Вирівняність характеризує однорідність зернової маси за крупністю. Цей показник має велике значення при сівбі, що забезпечує дружні сходи, рівномірний розвиток рослин і високий врожай.

Показник крупності зерна введено промисловими і заготівельними стандартами на прийом зерна для круп'яного, борошномельного, пивоварного і спиртового виробництва. Так, виповнене зерно має більший вміст ендосперму (ядра). Це сприяє і більшому виходу борошна, крупи. Але при цьому важливо, щоб партія зерна була вирівняна за розміром, оскільки при переробці зерна на борошно і крупу робочі органи машин (вальцьові верстати, луцильні машини) встановлюють на відповідній відстані один від одного. Якщо розміри зерна не відповідають їй, то в процесі роботи крупне зерно дуже дробиться, а мілке зовсім не обробляється. Все це призводить до погіршення якості продукції. Вирівняні партії зерна одержують після сепарування (сортування) на зерноочисних машинах або спеціальних сортувальних машинах.

Мілке зерно менш цінне. При очищенні воно разом з дрібними домішками потрапляє у відходи і знижує вихід продуктів. Вилучати його з відходів дуже важко. Крім того, у дрібних зерен відсоток оболонки до їх маси більший, ніж у крупних. Подібне зерно погано лущиться і, потрапляючи в продукти переробки, знижує їх якість. Таке зерно доцільно видаляти в господарствах і використовувати на корм худобі та птиці. Суворо нормується вирівняність і вміст дрібних зерен у ячмені, призначеному для пивоваріння, круп'яного, борошномельного, спиртового виробництва, а також в зерні вівса круп'яного призначення, в насінні бобових культур, жита для солоду. Так, вирівняне зерно пивоварного ячменю, жита для одержання солоду проростає одночасно. А якщо воно ще й крупне, підвищується вихід солоду. Неоднорідне, щупле зерно для одержання солоду не використовують. Крупність зерна визначається як відношення

сходу зерна на ситі з продовгуватими отворами (наприклад, для пивоварного ячменю 2,5 x 20 мм) до маси основного зерна наважки, що аналізується. Для ячменю пивоварного, що заготовляється згідно зі стандартом, крупність повинна бути не меншою як 50 %. Вирівняність зерна і насіння залежно від культури і цільового призначення визначають просіюванням наважки через набір сит з різними розмірами і формою вічок. Величина наважки, номери сит і тривалість просіювання наведені в стандарті. Вміст дрібних зерен визначають одночасно з аналізом на засміченість.

1.5.3. Плівчастість і вміст ядра

Загальний вихід крупи і окремих її сортів при переробці зерна плівчастих культур залежить насамперед від відсотку вмісту чистого ядра і плівок. Тому в цільових стандартах на круп'яні культури визначений допустимий для кондиційного зерна вміст ядра.

Плівчастість впливає на вміст ядра і визначається для зерна круп'яних культур: просо, гречка, рис, овес. Показник плівчастості визначають у чистому зерні основної культури без урахування вмісту смітної і зернової домішок у наважці. Для визначення плівчастості беруть тільки цілі, вкриті плівками зерна і звільняють кожне з них від плівок. Масова доля оболонок (плівок) до маси нелущеного зерна, виражена у відсотках, і становить величину плівчастості. Для встановлення можливого виходу крупи враховують загальну масу партії, в яку входять і зерна основної культури, віднесені до зернової і смітної домішок. А тому вміст чистого ядра враховують після визначення засміченості і плівчастості зерна за спеціальними формулами, наведеними в стандартах.

Згідно зі стандартом на окремі культури вміст ядра в гречці повинен становити не менше 71 %, в рисі і просі – 74 %, вівсі – 62 %.

Плівки, які має і насіння соняшнику, називають лузгою. Відсотковий вміст лузги до маси насіння називають лузжистістю. У насінні олійного соняшнику вона становить 27–39 %, а гризового – до 65 % і рідко менше 50 %. Від показника лузжистості залежить вихід олії.

1.5.4. Консистенція ендосперму

Якщо розглядати зернівки різних злакових культур в прохідному світлі можна помітити, що одні з них прозорі, добре пропускають промені світла, ніби скловидні. Інші навпаки не пропускають світло, непрозорі, мутні. Перші називають *скловидними*, – другі – *борошністими*. Ендосперм зерна може бути повністю і скловидним або ж борошністим. Можуть скловидні і борошністі ділянки комбінуватись. Склоподібність характеризує внутрішню будову зерна. Зробивши поперечний розріз зерна, розрізняють три фракції: 1) повністю склоподібні, до цієї фракції відносять також частково борошністі зерна, борошністість яких не перевищує 1/4 частини поверхні поперечного розрізу зерна; 2) повністю борошністі або не більше 1/4 частини поверхні зерна зі склоподібним ендоспермом; 3) частково склоподібні – решта зерен.

Ендосперм може бути повністю склоподібним або повністю борошністим, або склоподібні і борошністі ділянки комбінуються в ньому в різному співвідношенні. Ця різниця у зовнішньому вигляді склоподібного і борошністого ендосперму є виразом глибоких розбіжностей в структурі клітинного вмісту його тканин. Крохмальні зерна і білкові речовини в клітинах ендосперму знаходяться в певних морфологічних взаємовідносинах. Близько половини усіх білкових речовин клітин ендосперму становлять крупні і дрібні крохмальні зерна – це так званий проміжний білок. Під час подрібнення ендосперму частина білкової основи руйнується, вивільнюючи крохмальні зерна, але на поверхні їх

залишається деяка кількість білка, прикріпленого до неї так міцно, що звичайні способи розмелу не можуть видалити цей шар. Його називають прикріпленим білком.

Дослідження показали, що в борошністому ендоспермі зерна крохмалю слабо зв'язані з шаром прикріпленого до них білка і з проміжним білком. Ендосперм же склоподібної консистенції являє собою монолітну систему "крохмаль – білок", в якій проміжний білок міцно з'єднаний з зернами крохмалю. Під час подрібнення зерна борошністих пшениць проміжний білок відокремлюється значно легше, вивільнюючи крохмальні зерна з прикріпленим до них білком. Якщо подрібнюють склоподібний ендосперм, проміжний білок руйнується разом з міцно включеними в нього крохмальними зернами.

Склоподібність як показник якості використовують під час оцінки зерна пшениці, жита, ячменю, рису. Вважається, що зерно з більшою склоподібністю характеризується і кращими технологічними властивостями. Наприклад, доведено, що під час переробки рису в крупу вихід цілого ядра позитивно корелює з вмістом повністю склоподібних зерен ($r = 0,69$). Склоподібне зерно рису має добрі технологічні властивості, під час шліфування й калібрування дає крупу доброї споживчої якості; така крупа під час варіння краще зберігає форму, каша розсипчаста. Перлова крупа із склоподібного зерна ячменю також має добру споживчу якість. Склоподібність має неабияке значення для розмелу зерна пшениці. Від цього показника залежить режим і схеми розмелу, набір крупок і їх якість, відокремлювання висівок і розподіл часток борошна за величиною. Склоподібне зерно пшениці краще вимелюється і дає більше крупки поліпшеної якості. Борошно з такого зерна розсипається і просіюється. Хлібопекарські якості склоподібних пшениць бувають різними, але з хорошими показниками частіше, ніж борошністих. Проте в межах одного сорту хлібопекарські якості зі склоподібного зерна завжди кращі, ніж з борошністого.

Із склоподібністю пов'язують хімічний склад і фізико-хімічні властивості зерна. Вважалось, що склоподібність та вміст білка тісно пов'язані між собою, і в межах сорту відібране склоподібне зерно багатше на білок та клейковину, ніж борошнисте. Однак нові дані свідчать про те, що склоподібність є лише відносним показником вмісту білка й клейковини. Склоподібність може значно зменшуватись в останні п'ять - десять діб досягання зерна внаслідок дощів чи рос або від значного перестою його на пні після повної стиглості чи знаходження у валках, а вміст білка й клейковини не змінюється. Наприклад, склоподібність сорту Одеська 51 в повну стиглість становила 89 %, а після перестою на пні протягом 10 діб – 48 %. Проте це не вплинуло на вміст білка й клейковини, який відповідно досягав 14,6 і 14,7 % та 33,4 і 33,8 %.

Останніми науковими дослідженнями встановлено, що за однакової склоподібності зерна різні сорти пшениці характеризуються різними технологічними властивостями: кількістю крупок і дунстів, вимолом, виходом і структурою борошна, витратами електроенергії на розмелювання. Пояснюється це різною твердістю зерна. Ендосперм твердозерної пшениці руйнується переважно по краю клітин. З такого зерна одержують борошно питльоване, воно добре просіюється крізь сита, частки мають форму, близьку до кубічної. Під час подрібнення м'якозерної пшениці ендосперм руйнується по внутрішній частині клітини, внаслідок чого частки борошна мають неправильну форму, багато дрібних фрагментів клітин і навіть окремих крохмальних гранул. У такому борошні міститься багато "коржиків" і злиплих часток, що істотно утруднює виділення борошна в розсійниках і спричинює замазування отворів сит.

Твердозерність є показником борошномельних властивостей зерна. Твердозерна пшениця добре вимелюється, висівки містять мало крохмалю, м'якозерна пшениця характеризується міцнішим зв'язком клітин субалейронового шару з алейроновим, що

забезпечує погане вимелювання висівок. Звичайно в борошні м'якозерної пшениці дрібних часток (розміром менше 40 мкм) міститься близько 45 %, у той час як у борошні твердозерної – не більше 20 %.

Твердозерність є стійкою сортовою ознакою. Зерно пшениці виявляє властивості твердо- чи м'якозерності залежно від властивостей структури ендосперму, генетично зумовленої належності до визначеного сорту. Важливе значення має, зокрема, зв'язок крохмальних гранул з білковими матрицями. До типово твердозерних сортів належать Безоста 1, Миронівська 808, Одеська 51, Українка полтавська.

Твердозерність пшениці оцінюють за питомою поверхнею борошна, проходом крізь сито з визначеними розмірами отворів (наприклад, 74 мкм). Використовують також вимір затрат електроенергії на подрібнення проби зерна та інші показники. У вітчизняній практиці твердозерними вважаються сорти пшениці, розмір питомої поверхні борошна яких менший $2600 \text{ см}^2/\text{г}$, і м'якозерними, якщо він більший $3000 \text{ см}^2/\text{г}$.

Консистенція ендосперму має важливу технологічну ознаку. Так, зерно рису склоподібної консистенції міцніше, при переробці на крупу дає більший вихід цілого ядра; при варінні цієї крупи зерна залишаються цілими. Борошномельні властивості твердозерних пшениць погіршуються лише від запалу зерна, а також коли під час вирощування не вистачає азоту, особливо якщо цей дефіцит поєднується з надмірним зволоженням. Зерно з борошнистою консистенцією більш крихке і ламке. Вихід крупи кращих сортів знижується. Під час варіння такої крупи зерна розварюються і розпадаються. Консистенція ендосперму зерна жита, ячменю і проса також є технологічною ознакою. Такі вироби з кукурудзи, як кукурудзяні палички, можна одержати тільки із крупи склоподібних сортів кукурудзи. Консистенція ендосперму в зерні пшениці визначає борошномельні і хлібопекарні властивості. Завдяки високій

склоподібності можна мати більші виходи кращих сортів борошна (крупчатки вищого і першого сорту). Склоподібні зерна характеризуються підвищеною вуглеводно-амілазною активністю, високим вмістом білка, які утворюють клейковину високої якості. Колір борошна із склоподібного зерна – білий з кремовим відтінком, з борошнистого – білий з синюватим відтінком.

Консистенція зерна твердих пшениць склоподібна, а м'яких може бути різною. Нестача вологи, достатня кількість тепла, високий вміст азотних добрив сприяє формуванню склоподібності при дозріванні зерна. Склоподібність м'яких пшениць коливається від 30 до 100%. Визначення склоподібності зерна проводять згідно зі стандартом візуальним зовнішнім оглядом, просвічуванням або розрізуванням зернин. Точніше і зручніше визначати її за допомогою діафаноскопа (рис. 7).

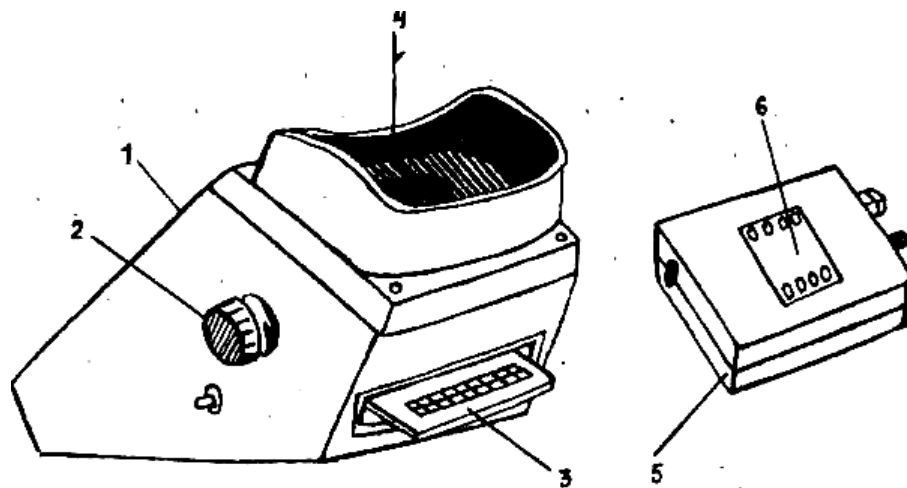


Рис. 7. Діафаноскоп ДСЗ-2:

1 – корпус; 2 – ручка; 3 – касета з чарунками для зерна; 4 – окуляр;
5 – лічильник; 6 – табло лічильника

Сто зерен, розкладених у гнізда касети, що переміщується, проглядають в прохідному світлі і підраховують з допомогою лічильника, який входить в комплект приладу. При цьому зерна відносять до відповідної групи: склоподібні, борошнисті, частково склоподібні.

До склоподібних відносять зерна з повністю склоподібним ендоспермом в розрізі, а також з ендоспермом, що повністю просвічується на спеціальному приладі. До борошнистих належать зерна пухкої структури з повним борошnistим ендоспермом, що не просвічується на спеціальному приладі. Частково склоподібними вважають зерна, що мають частково склоподібну і частково борошnistу структуру ендосперму.

Зерна пшениці з явно вираженими борошnistими плямами – "жовтобочки" відносять до частково склоподібних.

Загальну склоподібність зерна виражають сумою відсотка склоподібних видних і половини відсотка частково склоподібних.

1.5.5. Енергія проростання і життєздатність зерна

Ці показники нормуються тільки в партіях зерна, яке призначене для одержання солоду в спиртовому і пивоварному виробництві. Їх визначають згідно зі стандартом.

Показником *енергії проростання* виражають відсоток зерна, що проросло за 3 доби. Показником *життєздатності* виражають відсоток зерен, які проросли за 5 діб.

Високі вимоги за схожістю ставлять до зерна, яке використовують у спиртовому виробництві. Вихід спирту залежить не тільки від відсотка вуглеводів (крохмалю і цукру), що містяться у зерні, а й від ступеня гідролізу крохмалю і перетворення його на цукор. З цією метою зерно на заводах пророщується і перетворюється на солод, який має багато цукрів та активну амілазу, що забезпечує подальший ферментативний розпад крохмалю.

Згідно зі стандартом на пивоварений ячмінь життєздатність зерен повинна бути не нижчою 95 %. Цей же показник для жита, ячменю, проса, що йдуть на виробництво спирту, повинен бути не меншим 92 %, а для вівса не нижчим 90 %.

1.6. Технологічна оцінка зерна пшениці та жита

1.6.1. Склад і властивості клейковини

Здатність пшеничного борошна давати хліб кращої якості, ніж із борошна інших культур (жита, вівса, кукурудзи), пояснюється присутністю в пшениці так званої клейковини.

Клейковина являє собою білкову масу, яка може поглинати воду – бубнявіти (гідратувати) і збільшуватись в об'ємі, перетворюватись в еластичне утворення, здатне розтягуватись і пружинити, як гума. Наявність клейковини надає пшеничному тісту властиву пружність, здатність зберігати свою форму, підійматись при бродінні.

Утворення клейковини при замісі пшеничного тіста можна уявити наступним чином. В зерні і борошні клейковина знаходиться у вигляді найменших часточок сухого білка. При додаванні води в борошно ці часточки починають жадібно її поглинати, бубнявіють і збільшуються в об'ємі. Окремі такі часточки клейковинних білків злипаються один з одним і утворюють пружну сітку, яка об'єднує в загальну масу всі речовини борошна, формуючи тісто. Замішане з дріжджами пшеничне тісто швидко починає збільшуватись в об'ємі – підіймається, оскільки діоксид вуглецю, що виділяється дріжджами, розтягує клейковину. Поступово суцільний кусок тіста до кінця бродіння перетворюється на пінисту структуру.

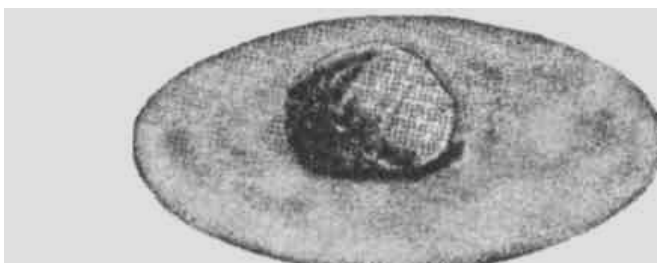
Тісто складається із численних пухирців, стінки яких утворені клейковиною та іншими речовинами борошна. Клейковина є пружним скелетом тіста, що підтримує цю пінисту будову. Відмита із шматочка тіста клейковина називається сирою. Сира клейковина являє собою пружну гумоподібну масу, нерозчинну у воді але здатну поглинати багато води при бубнявінні. Вона складається приблизно із 70 % води, яка є органічною складовою набубнявілих (гідратованих) драглів. При перерахунку на суху речовину клейковина складається на 82–85 % із білків, крім того, в ній

міститься крохмаль (6–16 %), жир (2–2,8 %), небілкові азотисті речовини (3–5 %), цукор (1–2 %), мінеральні речовини (0,9–2 %). Всі вони входять до драглів клейковини і навіть при найстараннішому відмиванні її залишаються в білковій основі.

Вміст сирої клейковини в зерні пшениці коливається в межах від 14 до 50%. Пшеницями з високим вмістом клейковини вважають такі, в зерні яких міститься понад 28 % сирої клейковини. Несприятлива дія на пшеницю протягом її дозрівання, збирання доробки і зберігання може значно зменшувати вміст в ній клейковини. Іноді клейковина зовсім не відмивається, що свідчить про повну втрату пшеницею її цінних хлібопекарських властивостей.

Визначення кількості відмитої клейковини повинне бути нерозривно пов'язане з визначенням її якості. Величина виходу сирої клейковини сама по собі, у відриві від властивостей клейковинної грудочки, ще не може характеризувати достоїнства пшеничного борошна. Розрізняють декілька типів клейковини: *нормальна, слабка, міцна та крихка*.

Цілком нормальне зерно, що досягло повного дозрівання і не зазнало протягом дозрівання, збирання, обробки і зберігання несприятливої дії, має типову нормальну якість клейковини. Відмивання її проходить легко, окремі частинки набубнявілої клейковини швидко злипаються одна з одною, утворюючи суцільну сітку. До кінця відмивання одержують пружну грудочку з характерною гладенькою шовковистою поверхнею. Якщо грудочку покласти на скло, вона набуде сферичної форми і довго її зберігатиме (рис. 8).



**Рис. 8. Клейковина
нормального зерна**

Зерно деяких сортів пшениці з невеликими пошкодженнями клопом-черепашкою дає так звану слабку клейковину. Вона відмивається також добре, як і нормальна, швидко утворює гладеньку грудочку, але ця грудочка при розміщенні на склі починає розпливатися, втрачаючи кулясту форму.

Пшениця з великою кількістю зерен, пошкоджених клопом-черепашкою, дає клейковину дефектну, зовсім ненормальну. Часто із такого зерна клейковину неможливо відмити, бо вона розчиняється у воді. Якщо ж все-таки вдається клейковину відмити, вона швидко втрачає пружність і розпливається по склу, перетворюючись за 30 хв в густу сметаноподібну масу (рис.9). Поширений і інший тип клейковини, що відрізняється від описаних.

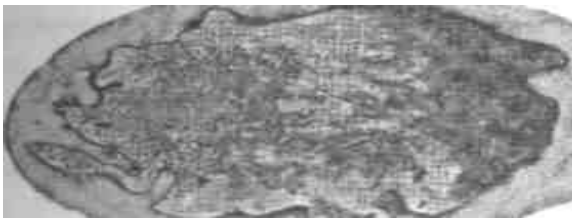


Рис. 9. Клейковина, що розпливається, зерна, пошкодженого клопом-черепашкою

Це *міцна та, крихка* клейковина, характерна для пшениці, пошкодженої самозігріванням, сушінням, морозом. Відмивання такої клейковини проходить з великим зусиллям, вона позсипається на окремі часточки, які погано злипаються одна з одною (рис. 10). В кінці відмивання одержують не суцільну грудочку, а кашоподібну крупчасту масу. Таку клейковину нерідко називають "слабкою", але це неправильно.

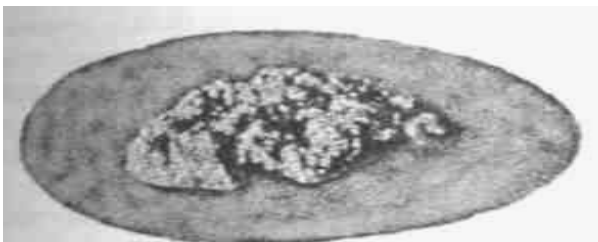


Рис. 10. Клейковина, що кришиться після відмивання

У міру відлежування після відмивання через 30–60 хв ця крупчаста маса поступово зливається в суцільну грудочку, на поверхні якої спочатку видно окремі часточки (рис. 11), а через 2–3 год утворюється дуже пружна міцна грудочка.

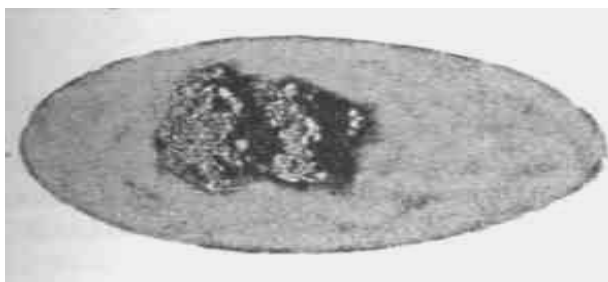


Рис. 11. Клейковина, що кришиться, через 1 год після відмивання

Врахування типів клейковини має важливе практичне значення. Найкращий хліб одержують із пшениці з нормальною клейковиною. Надмірно міцна, та, що кришиться клейковина, утворює мало-розтяжне, і як наслідок, погано піднімаюче тісто. Пшениці з такою клейковиною краще використовувати в суміші з зерном, що має більш слабку клейковину, яка сама по собі дає хліб, що розпливається.

Пшениця, пошкоджена клопом-черепашкою, є дефектною. До її використання слід підходити з особливою обережністю, оскільки домішка борошна з неї до здорового може погіршити його якість. Якість клейковини характеризується її кольором, фізичними властивостями – розтяжністю і пружністю, еластичністю, здатністю до бубнявіння. Пружність і розтяжність дають уяву про еластичність клейковини.

За кольором клейковина може бути світла або темна. Як правило, тільки світла за кольором клейковина має найкращу розтяжність і пружність. Темні тони клейковини свідчать про несприятливий вплив на зерно в період дозрівання, обробки, зберігання.

Розтяжність – здатність клейковини розтягуватись у довжину. Шматочок клейковини розтягують над лінійкою з міліметровими поділками до моменту розриву з таким розрахунком, щоб процес розтя-

гування тривав 10 с. Клейковину визначають за розтяжністю: короткою – до 10 см, середньою – від 10 до 20 см, довгою – понад 20 см.

Клейковина з короткою розтяжністю, як правило, не забезпечує доброго розрихлення тіста тому що як і та, що дуже витягується, провисає і розривається у висячому положенні під дією власної маси. Пружність – це властивість клейковини повертатися до початкового стану і після зняття деформуючих сил (розтягування та натискання).

Для визначення пружності використовують прилад – вимірювач деформації клейковини (ВДК-1) (рис. 12).

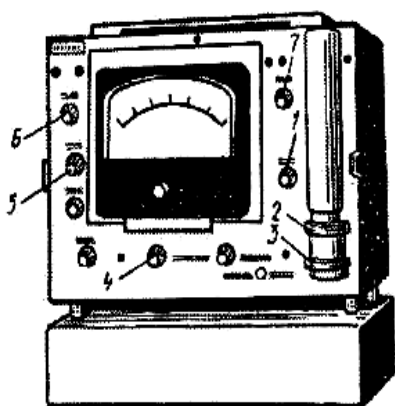


Рис. 12. Прилад ВДК – 1:

1 – тумблер "Включення";
2 – падаючий тягар; 3 – столик для кульки клейковини;
4 – "Калібрування" – стрілка амперметра; 5 – кнопка «Пуск»
6 – лампочка "Відлік";
7 – лампочка "Мережа".

Деформуюче навантаження в цьому приладі створює тиск тягара (120 г), що вільно падає на кульку клейковини (4 г) і стискає її протягом 30 с. Результати вимірювання пружності клейковини відмічені в умовних одиницях на шкалі приладу. Чим більша пружність кульки клейковини, що досліджується, тим менша величина фіксується на шкалі приладу. За поганої пружності показники максимальні. Існує кореляція між розтяжністю і пружністю клейковини. Тому, визначаючи пружні властивості клейковини на приладі ВДК-1, можна виділити групи клейковини.

Використання цього приладу виключає потребу визначення розтяжності.

Характеристика клейковини за шкалою приладу ВДК-1:

<i>Показник шкали</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Група клейковини</i>
(одиниць)		
0 – 15	незадовільно міцна	III
20 – 40	задовільно міцна	II
45 – 75	добра	I
80 – 90	задовільно міцна	II
105 – 120		III

Клейковина I групи з доброю пружністю, довга або середня за розтяжністю; дає можливість одержати тісто з доброю формостійкістю і досить розпушене, завдяки чому хлібні вироби мають великий об'ємний вихід і рівномірну, тонкостінну пористість. Клейковина II групи з доброю або задовільною пружністю. За розтяжністю вона може бути короткою, середньою або довгою. Здатність сухих речовин, які утворюють клейковину, бубнявіти при утворенні тіста може бути різною. Водовбирна здатність клейковини коливається у значних межах. Клейковину склоподібних пшениць характеризує її здатність найбільше бубнявіти. У зв'язку з цим однією із ознак якості клейковини є співвідношення між масою сирої і сухої клейковини. Маса сухої клейковини виражають у відсотках до наважки сирої клейковини.

Особливість, відмінну від пшениці, має клейковина зерна жита. Її можна відмити, попередньо видаляючи слизі сольовими розчинами. Клейковина жита темна за кольором і слабка. В житньому тісті відсутній зв'язаний клейковинний каркас, оскільки клейковина пептизується. На практиці клейковину жита не відмивають. Властивості клейковини із тритикале наближаються до житньої, але її відмивають так, як і пшеничну.

1.6.2. Фактори, що впливають на кількість і якість клейковини

На кількість і якість клейковини в зерні пшениці впливають дуже багато факторів. Найважливіші з них: особливості сорту, умови вирощування і збирання врожаю, несприятливі впливи, яких зазнає зерно при обробці і зберіганні.

Кожний сорт пшениці має певні успадковані властивості як за вмістом клейковини, так і за ознаками її якості. А тому перспективними можуть бути тільки ті сорти, які мають добрі якості. При сортовипробуванні ознакам якості приділяють особливу увагу.

Несприятливі умови вирощування пшениці можуть суттєво погіршувати технологічні якості зерна. Так, недотримання сівозмін, нестача азоту в ґрунті, шкідливий вплив комах, збирання в недозрілому стані, несприятливі умови обробітку і зберігання зерна значно знижують кількість сирої клейковини і погіршують її якість. Крім того, на вміст клейковини і її властивості впливають і кліматичні умови району вирощування. Південні райони нашої країни найбільш сприятливі для вирощування сильних пшениць.

Розглянемо деякі основні негативні фактори, що впливають на кількість і якість клейковини.

Шкідливий вплив клопа-черепашки. Особливо небезпечний цей шкідник у стадії молочної зрілості зерна. Пошкоджене зерно стає щуплим, на його поверхні утворюються численні западини. У період воскової зрілості пошкоджуються окремі ділянки зовнішніх шарів ендосперму. Проте і в цьому випадку у місці уколу відбуваються значні зміни в структурі ендосперму: він стає пухлим, із помітно деформованими крохмальними зернами.

Шкідлива дія на зерно клопів-черепашок пояснюється наявністю в їх слині дуже активних протеолітичних та амілолітичних ферментів. Протеїнази, розкладаючи білки, змінюють і властивості клейковини. Відмита з такого зерна клейковина відразу

або протягом короткого терміну розпливається, втрачає пружність і при подальшому відлежуванні перетворюється на сметаноподібну масу. Таку клейковину відносять до III групи якості.

Інтенсивний гідроліз відбувається і в тісті, де в період його бродіння поряд з протеїназами активна і амілаза. Внаслідок цього одержують тісто пливке, нездатне утримувати газ. Зменшується об'ємний вихід хліба, він має погану пористість і липку м'якушку. Висока активність ферментів слини клопів-черепашок призводить до того, що якщо пошкодження перевищує 3%, то за будь-якого вмісту білка зерно вже може бути віднесене до некласного. Без найменшого сумніву показник ІДК у нього більше 100 одиниць (у найкращому випадку таке зерно буде віднесене до IV класу). Якщо ж рівень ушкодження комахами досягає 5–6 %, показник ІДК буде не менше 120 одиниць, а при 8 % – клейковина не відмивається зовсім. Треба враховувати, що за наявності 1–2 % зерен, пошкоджених клопом-черепашкою, вже можлива втрата ознак "сили" пшениці.

Вплив високих температур. Вихідна якість клейковини може дуже змінюватись під впливом високих температур. Це стосується сушіння зерна. В сухому зерні (вологістю до 13,5 %) клейковина дуже стійка до високої температури. Наприклад, у зерні з вологістю 3–5 %, нагрітого до 100°C і витриманого за цієї температури протягом певного терміну, не змінюється кількість клейковини і її якість.

В зерні з підвищеною вологістю частинки клейковинного білка поглинають воду і бубнявлють. В такому стані вони дуже чутливі до високої температури. Нагрів вологого зерна до 50⁰ C і вище призводить до ущільнення клейковинних білків, при цьому зменшується здатність утримувати воду. Якщо нагрівання тривале, білки зовсім лишаються здатності знову бубнявіти і утворювати клейковинну грудочку. З такого зерна клейковина не відмивається. Тісто із борошна, одержаного з такого зерна, майже не

підіймається при бродінні. Із нього одержують поганої якості хліб (рис. 13).

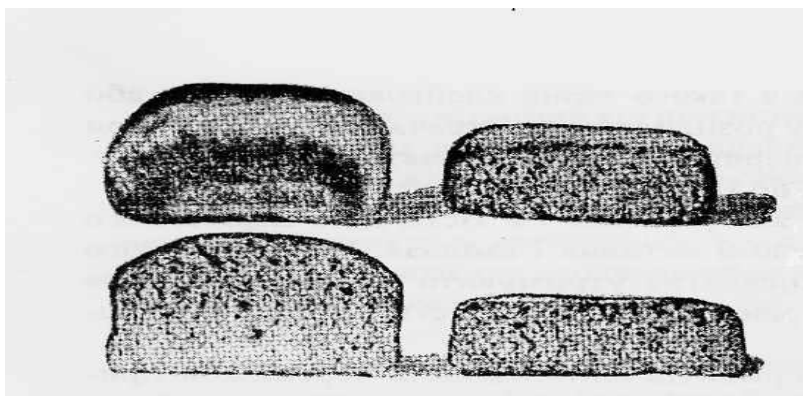


Рис. 13. Хліб із нормального зерна (зліва) і із зерна з клейковиною, пошкодженою за умов неправильного сушіння (справа)

Звідси і гранично допустима температура нагріву зерна при сушінні. Вона не повинна перевищувати 50°C. Температура теплоносія і нагріву пшениці повинні узгоджуватись з початковою вологістю зерна, а режими сушіння мають бути диференційованими. За правильних умов нагріву клейковинні білки після сушіння лише незначно зменшують здатність поглинати воду.

Висока температура, впливаючи на клейковинні білки може зміцнювати клейковинну масу, зменшувати її розтяжність. Нормальна еластична клейковина після сушіння стає більш міцною, менш розтяжною. Після нагрівання до температури 50°C питома розтяжність зменшується вдвічі і хліб одержують дещо кращої якості. Це характерне для зерна із слабкою (такою, що дуже розтягується) клейковиною.

Особливо чутливе до підвищеної температури зерно з надмірно міцною клейковиною. Температура 50°C, яка не впливає негативно на нормальну, і тим більше, на слабку клейковину може цілком зіпсувати білки клейковини, що кришиться, у яких здатність до бубнявіння і формування драглів знижені ще до сушіння.

Відповідно, зерно з клейковиною подібного типу необхідно сушити за більш низьких температур, нагрівання до 45°C безпечним.

Вплив самоігрівання зерна. З практики відомий згубний вплив самоігрівання на кількість і якість клейковини. Крім підвищення температури, без сумніву негативний вплив на клейковину мають і інші явища: розвиток плісневих грибів, підвищена кислотність, розклад жиру зерна. Самоігрівання, що дійшло до температури 50°C, як правило, настільки коагулює клейковини білки, що клейковина не відмивається, або її одержують 5 – 10 %. Якість клейковини різко погіршується, вона відмивається з великим зусиллям, кришиться і перетворюється на характерну крупчасту масу. Борошно із такого зерна дає хліб, що погано підіймається. Крім того, має солодовий, затхлий запах.

Ступінь псування клейковини внаслідок самоігрівання залежить від тривалості процесу. Швидка ліквідація самоігрівання вкрай необхідна, так як, навіть початкова фаза відбивається на кольорі і пружності клейковини в зв'язку з активізацією гідролітичний процесів.

Вплив низьких температур. Низькі температури як і високі не впливають на клейковину, якщо її білки знаходяться в збездвоженому стані, тобто в сухому зерні. При вологості 3 – 5 % пшениця без втрат переносить температуру –170°C. Але низькі температури негативно впливають на вологе зерно, особливо недозріле. Таке зерно звичайно має занадто міцну клейковину, що кришиться. Її зараховують до III групи якості. При захопленні зерна морозом знижується вихід клейковини і погіршується її якість. Вплив морозу на дозріле зерно, навіть і підвищеної вологості відбивається на якості клейковини. Тому пшеницю продовольчого призначення нормального дозрівання можна заморожувати без ризику.

Властивості клейковини можуть значно погіршуватись у разі, проростання зерна на пні, у валках, на току, або в сховищі. При чому кількість її зменшується, вона стає такою, що коротко рветься, кришиться. Це пояснюється специфічною дією вільних ненасичених жирних кислот, які утворюються внаслідок інтенсивного гідролізу жиру. Запал зерна суховієм призводить не тільки до щуплості його, а і впливає на стан клейковини. Відмита з такого зерна клейковина має коротку розтяжність, зараховується до II групи.

1.6.3. Характеристика зерна пшениць

Оскільки клейковина зерна м'якої пшениці має різні властивості то виникла необхідність технологічної класифікації пшениць за ознакою придатності їх для виробництва доброякісного хліба.

У світовій практиці пшениці поділяють на три групи: сильні, середні і слабкі.

Сильними (англ. strength) пшеницями називають сорти м'якої пшениці або суміші сортів, із борошна яких при відповідному технологічному процесі приготування тіста одержують формостійкий хліб великого об'єму з доброю пористою м'якушкою. Відмінна особливість клейковини борошна з таких пшениць полягає в тому, що протягом приготування тіста(бродіння і механічної обробки) вона гідролізується в межах, які не порушують добру газотримуючу здатність тіста. Додавання таких пшениць до партій, що мають низькі хлібопекарські якості, забезпечує одержання доброякісного борошна для хліба. Проте і серед сильних пшениць є певна диференціація. Різні її сорти і партії можуть мати неоднакову цінність. Чим вищі показники їх "сили", тим, як правило, вони мають більшу змішувальну цінність і в меншій кількості їх слід додавати до пшениць слабких.

Середніми (англ. *filler*) пшеницями називають сорти і суміші сортів, які дають борошно і хліб доброї і нормальної якості. Зерно їх часто містить багато клейковини, що зараховують до I групи. Проте середні пшениці не можуть бути повноцінними щодо поліпшення слабких, тому що клейковина їх не має високої стійкості при бродінні. Тому до них додають невеликі кількості пшениць слабких.

Слабкими (англ. *weak*) пшеницями називають сорти або суміші сортів, які мають генетично слабку клейковину, яка не має доброї якості, менш стійка при приготуванні тіста. Слабкі пшениці дають хліб з малим об'ємним виходом і невеликою пористістю. В табл. 15 наведена орієнтовна характеристика пшениць за силою на основі об'ємного виходу хліба (мл на 100 г борошна) і формостійкістю (відношення висоти до діаметра у хлібцях, випечених на черені).

Таблиця 15

Характеристика сильних і слабких пшениць за об'ємним виходом і формостійкістю хліба

Варіант випічки	Ознаки якості печеного хліба	Норми для пшениць	
		сильної	слабкої
Без цукру	Об'ємний вихід, мл	450 і вище	360 і нижче
	Формостійкість	0,4	0,3
З цукром	Об'ємний вихід, мл	500 і вище	400 і нижче
	Формостійкість	0,4	0,3
З броматом калію	Об'ємний вихід, мл	650 і вище	450 і нижче
	Формостійкість	0,5	0,4

1.6.4. Методи визначення "сили" пшениці

Для виявлення "сили" пшениці була рекомендована дослідна випічка. За об'ємним виходом хлібців, випечених у формах, а також за формостійкістю булочки, випеченої на черені, можна робити

висновок про хлібопекарські якості даної партії (а отже, і сорту) зерна. Але дослідна випічка не розкриває головного: "сили" зерна щодо його змішувальної цінності, тобто здатності поліпшувати в суміші хлібопекарські якості слабких пшениць. Для того, щоб з'ясувати справжню "силу" пшениць дослідною випічкою, потрібно було б виготовити кілька помельних сумішей, з кожної виробити борошно, а потім провести серію випічок. Зрозуміло, що це можливо зробити тільки при проведенні досліджень, або в технологічних лабораторіях, завдання яких – готувати великі товарні партії зерна з добрими хлібопекарськими якостями.

Крім того, було доведено, що на результат випічки, об'ємний вихід і формостійкість тіста впливає багато факторів (рецептура, якість дріжджів, тривалість бродіння тіста і його розстоювання, температура пекарної камери тощо), які діють неоднаковою мірою на зерно і борошно з різними вихідними властивостями.

У зв'язку з цим для кращого уявлення про хлібопекарські якості досліджуваного зразка тільки за однією технологічною схемою рекомендовано три варіанти випічок: без цукру (основний метод); 2) з незначним додаванням цукру (40 г на 960 г сухої речовини борошна); 3) з додаванням у тісто бромату калію (KBrO_3) в кількості 0,001 – 0,002 % від маси борошна.

Завдяки додаванню в тісто цукру відбувається більш інтенсивний розвиток дріжджів, а отже, і більше виділяється діоксиду вуглецю. Специфічна дія бромату калію (поліпшувач якості хліба окислювальної дії) на пластичні властивості тіста (клейковини) відома. Особливо вона проявляється в тісті з високобілкового борошна, виробленого із сортів сильних пшениць.

Стандартним методом дослідної випічки є основний (без додавання цукру). Оскільки за цим методом на один аналіз потрібно 960 г борошна в перерахунку на суху речовину, у практиці досліджень застосовують також і інші модифікації

дослідних випічок з використанням меншої кількості борошна (300 г сухої речовини борошна на три хлібці та ін.) із зміненим процесом приготування тіста.

Значна тривалість дослідних випічок (4 – 6 год), потреба проведення їх часто в кількох варіантах привели до розробки різних прискорених методів. Так, було запропоновано робити висновок про пластичні властивості тіста, його газотримуючу здатність за стійкістю кульки тіста в стані бродіння, яка перебуває у воді. Термін цієї кульки спливав і розпад її є ознакою, що характеризує властивості тіста. Але цей метод виявився не досить достовірним для розкриття різноманітних властивостей пшеничного борошна.

Підвищення об'єктивності в оцінці властивостей борошна і скорочення терміну аналізу (порівняно з дослідною випічкою) потребувало створення приладів для визначення фізичних властивостей тіста, не піддаючи його випічці. Ці прилади оснащено записувальними пристроями, які накреслюють діаграму певної конфігурації. Найбільш поширені прилади – фаринограф, альвеограф, валориграф, екстернсограф. Під час замісу тіста перо фаринографа накреслює смугу, форма і конфігурація якої змінюється із зміною консистенції тіста протягом замішування. Падіння кривої відбувається з різною швидкістю залежно від властивостей клейковини в результаті механічної дії замісу й активності гідролітичних процесів. Так утворюються різні криві, що характеризують властивості борошна і тіста. На рис. 14 наведено фаринограми з позначення її ознак.

Помічено, що більше часу іде на утворення тіста з борошна сильних пшениць з високим вмістом білка. Для них характерна і триваліша стійкість тіста.

Слабкі пшениці дають криві з коротким терміном утворення тіста і його малою стійкістю. У таких пшениць падіння кривої починається відразу після утворення тіста. Ще інтенсивніше розріджується тісто в

зразках із зерна, яке проросло або пошкоджене клопами-черепашками.

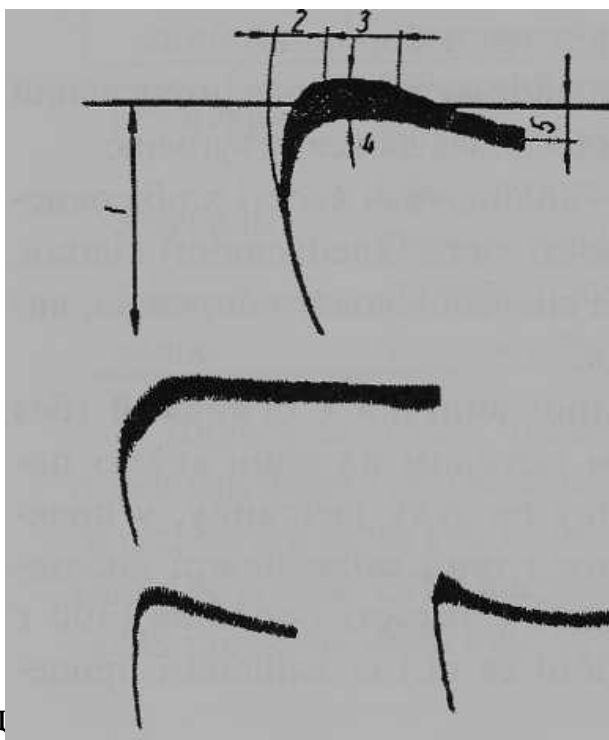


Рис. 14. Форинограми, що характеризують властивості борошна і тіста

Типова фаринограма: 1 – консистенція тіста; 2 – термін утворення тіста; 3 – стійкість тіста, 4 – еластичність тіста; 5 – розрідження тіста.

що втримує здатність тіста. Для цільового використання тіста млинці, роздуваються нагинанням повітря, розтягуються у вигляді кулі. Робота (в джоулях), що витрачена на роздування плівки кулі до її розривання, фіксується записувальним пристроєм на діаграмі, конфігурація і площа якої дають уявлення про газотримуючу здатність тіста і силу «борошна». У процесі роздування тіста накреслюється альвеограма (рис.15).

На рис. 15, 16 наведено у зменшеному вигляді: альвеограми пшениць, які мають різну «силу».

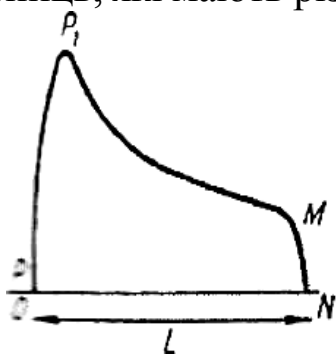


Рис. 15. Характеристика альвеограми

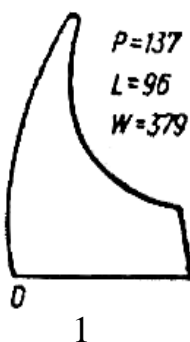
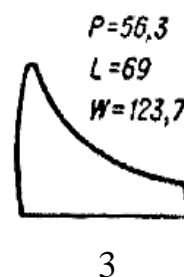
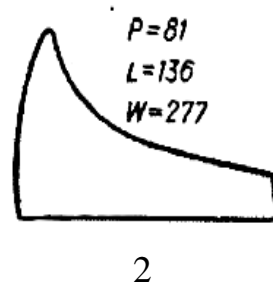


Рис. 16. Альвеограми сильної (1), середньої (2) і слабкої (3) пшениці.



1. P – величина опору тіста, (мм). Чим вона вища, тим пружніше, і стійкіше тісто. Висока лінія цієї частини альвеограми звичайно властива сильним пшеницям.

2. L – величина розтяжності тіста, (мм). При дуже міцній і дуже слабкій клейковині показник дає малі величини. Найбільшу розтяжність, як правило, мають середні пшениці.

3. $P_1 - M$ крива, що показує зменшення тиску у зв'язку із збільшенням об'єму кулі.

4. Точка M характеризує момент розриву кулі, після якого перо приладу опускається на вісь абцис, замикаючи криву

Показовою є і площа альвеограми. Чим вона більша, тим кращі хлібопекарські якості пшениць. Площу визначають планіметром і виражають у квадратних сантиметрах (см^2). Ознакою, на яку зважають у сумарній оцінці борошна методом альвеографії, є кількість повітря, витраченого на видування кулі з пластинки тіста. У зв'язку з цим система подачі повітря градуйована.

Екстенсограф призначено для вивчення властивостей тіста в різні періоди після його замісу (45... 90... 136 хв). Пером реєструючого пристрою на паперовій стрічці накреслюється крива, яка відображає силу опору тіста розтягуванню. Залежно від властивостей тіста конфігурація екстенсограм різна (рис. 17).

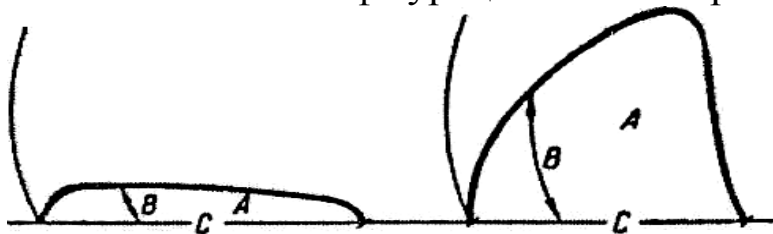


Рис. 17. Елементи екстенсограм

Висота екстенсограми, виражена в одиницях екстенсографа, характеризує пружність тіста (B) і заміряється після 50 мм розтягування (по осі C). Тісто з добрими властивостями має значну величину B достатньої довжини (мм) – C .

Нарешті, під час оцінки тіста розглядають співвідношення $D=B/C$.

Але порівняння показників, які одержують за допомогою фаринографа, екстенсографа і альвеографа, з результатами пробних випічок із того ж самого борошна далеко не завжди відображає чітко виражений кореляційний зв'язок між ними. Відповідно, точно завбачити хлібопекарські властивості борошна ґрунтуючись на даних приладу не завжди вдається, що пояснюється великою складністю процесів, які відбуваються під час виробництва хліба.

Оскільки фізичні властивості тіста на альвеографі, фаринографі і екстенсографі визначають без дріжджів і без тривалого процесу бродіння, то можливо, що виключення цих факторів впливу на колоїдні властивості тіста не дає змоги у повній мірі виявити потенційну здатність борошна. Крім того, навіть існують деякі розбіжності в методиці визначення фізичних властивостей тіста на вказаних приладах. Так, існує невідповідність у принципі замішування тіста дослідження на альвеографі і для проведення пробної випічки. Альвеограми одержують на тісті однієї і тієї ж вологості, тоді як пробні випічки у більшості випадків проводять із застосуванням різної кількості води, яка відповідає величині водопоглинальної здатності борошна. Саме ця обставина і може слугувати джерелом невідповідності між показниками альвеографа і результатами пробної випічки. Проте одержані з допомогою вказаних приладів дані дозволяють характеризувати, у крайньому разі, із задовільним ступенем точності, хлібопекарські властивості пшениці.

Одним із методів, що виник на хімічній основі, є метод седиментації. Він полягає у визначенні об'єму осаду часток борошна з наважки після набухання їх у слабких розчинах органічних кислот (молочної, оцтової та ін.). У підкисленій суспензії борошна клейковина бубнявіє й осідає, тягнучи за собою й інші складові частини борошна. При цьому клейковина з добрими фізичними властивостями бубнявіє краще і в слабкому розчині кислоти не

розчиняється. Слабка клейковина, що розпливається, бубнявіє менше, порівняно швидко розчиняється й утворює каламутний розчин. У зв'язку з цим рівень, до якого осідає суспензія борошна за певний проміжок часу, що контролюється, є показником седиментації. На думку багатьох селекціонерів, метод седиментації може бути використаний для попередньої оцінки якості зерна на початкових етапах селекційного процесу.

У результаті змін, які відбуваються з тістом під час його замісу, було створено новий метод дослідних випічок, так званих ремікс-випічок із застосуванням системи повторних замісів, які дають змогу краще розкрити хлібопекарські властивості і "силу" борошна.

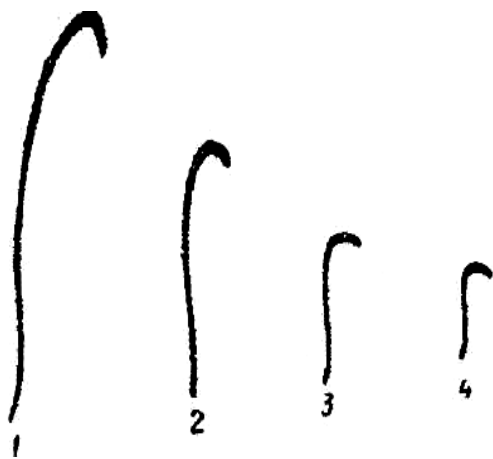
1.6.5. Оцінка придатності зерна жита для виробництва хліба

Нездатність борошна із зерна жита утворювати зв'язану клейковину різко знижує газотримуючу здатність тіста. Тому у житньому тісті значно більшу роль, ніж у пшеничному, відіграють вуглеводи і, в тому числі, крохмаль. Залежно від стану крохмалю, ступеня його гідролізу та амілолітичної активності борошна в пластичних властивостях житнього тіста спостерігаються помітні відхилення. За великої кількості декстринів і цукрів та високої активності амілаз у борошні виходить пливке тісто, яке дає хліб більш низької якості.

Для оцінки хлібопекарської якості борошна застосовують метод дослідних випічок. Проте низька газотримуюча здатність житнього тіста і складність його приготування за певних умов часто не дають різкої відмінності в якості хлібців. Об'єктивною ознакою, що характеризує хлібопекарські властивості борошна, виявилось визначення в'язкості водної суспензії борошна за температури, що

постійно підвищується. У суспензіях з борошна, для якого властива наявність крохмалю в нормальному стані, спостерігається значне збільшення в'язкості з підвищенням температури в результаті клейстеризації крохмалю. Борошно, яке має підвищений вміст декстринів і високу активність альфа-амілази, при випробуванні за тих же умов дає низькі показники в'язкості. Особливо виразно проявляється це під час аналізу борошна з пророслого (або такого, що почало проростати) зерна.

Приладом для виявлення цих властивостей з механічними записом кривих в'язкостей є амілограф Брабендера. Виготовлену з 50 – 80 г борошна і 450 мл води суспензію вміщують в обертову посудину з нержавіючої сталі, яка обігрівается до потрібної температури, перемішують дволопатеvim важелем. Протидія суспензії, а пізніше клейстер, фіксується через систему важелів записувальним пристроєм на спеціальній паперовій стрічці в умовних одиницях. Характер кривих (амілограм) наведений на рис. 18.



*Рис. 18. Амілограми
якісного (1, 2) і зниженої
якості (3, 4) житнього
борошна.*

Криві в'язкості підіймаються за температури 70°C. Чим вища крива, тим більша в'язкість клейстеру і, отже, кращий стан крохмалю для виготовлення і випікання хліба. Низькі криві характерні для борошна, що містить багато декстринів, які в процесі випробування мають меншу в'язкість і більшу активність альфа-амілази.

Вважається, що житнє борошно має добрі хлібопекарські якості при в'язкості не менше 400 амілографічних одиниць.

Нормально дозріле і добре збережене зерно жита має високий показник якості (500 – 600 і більше). Амілографи застосовують і для оцінки пшеничного борошна (зокрема з підвищеною амілолітичною активністю), крохмалю і деяких інших продуктів. Новою модифікацією амілографа Брабендера є віскограф, яким можна вимірювати в'язкість за сталої температури в межах від 20 до 150°C.

1.6.6. Оцінка зерна для виробництва борошна

Якість зерна визначають за його вимелюваністю. Це має велике значення, бо дає можливість визначити, скільки борошна (відсоток виходу) можна мати з досліджуваного зразка зерна за певної схеми помелу і якої якості буде це борошно.

Дуже важливо також дістати уявлення про те, як відбувається процес подрібнення зерна. Чи розмелюється ендосперм одразу з утворенням дрібних фракцій борошна, чи він здебільшого перетворюється на крупки, які можна добре сортувати за добротною, а потім домелювати на високоякісне борошно, що не містить оболонки.

Дослідний помел кількох кілограмів зерна проводять на спеціальних лабораторних млинах («Нагема», Бюллера тощо), що являють собою справжні агрегати для очищення і розмелювання зерна, сортування проміжних продуктів на фракції і т. п. Розмелювати зерно на борошно 70 %-ного виходу можна в зразках масою всього 100 – 200 г на млинах типу «Квадрумат-Юніор», «Седимат-Юніор», МЛВУ (млин лабораторний вальцьовий універсальний) та ін. Розмелювання зерна на сортове борошно потрібне і для проведення дослідних випічок, визначення пластичних

властивостей тіста на приладах амілографічної оцінки і седиментаційного аналізу.

1.6.7. Оцінка зерна пшениці для виробництва макаронів

Макарони є одним із видів продуктів з вологістю 10 – 11 %, що являють собою прісне тісто з борошна. У нашій країні макаронні вироби використовуються для приготування спеціальних страв, а також як гарніри.

Сухі макарони повинні бути міцними, мати зовнішній приємний вигляд і бути якісними на злам (колір жовтий або кремовий без сірого відтінку), добре розварюватись (значно збільшуватись в об'ємі без втрати часток і появи ослизненості). Практика показала, що макарони високої якості виробляють із деяких сортів твердих пшениць або високоскловидних. Цінність твердих пшениць, що утворюють дуже міцну і стійку клейковину, визначається насамперед їхньою придатністю для виробництва спеціального макаронного борошна вищого її першого сортів, які мають крупчасту структуру. При цьому борошно вищого сорту виробляють 15% (так звана крупка) і першого сорту 40 – 45 % (так звана (напівкрупка).

Тільки досить високобілкові і високосклоподібні тверді пшениці із значним вмістом клейковини (не менше 28 – 32 % в борошні, іноді з додаванням сильних м'яких дають макарони високої якості. Низькобілкові і низькоклейковинні тверді пшениці непридатні для вироблення макаронного борошна, їх використовують у суміші з м'якими пшеницями для виробництва хлібопекарського борошна.

Контрольні запитання

1. Як класифікують зерно за хімічним складом?

2. Якими групами представлені білкові речовини?
3. Охарактеризувати білкові речовини зерна різних культур.
4. Охарактеризувати вуглеводи зерна.
5. Форми і види зв'язку води з сухими речовинами зерна.
6. Які показники якості зерна відносять до загальних і чому?
7. Які показники якості зерна відносять до показників цільового призначення?
8. Які показники якості зерна входять до ознак свіжості та як їх визначають?
9. Які форми зараженості зерна шкідниками можуть бути?
10. Що розуміють під вологістю зерна і насіння?
11. Яке технологічне і економічне значення має вологість зерна?
12. Який склад домішок визначають при встановленні засміченості зерна та насіння?
13. Для зерна яких культур визначають натуру зерна та яким методом?
14. Які показники якості зерна визначають у круп'яному та борошномельному виробництві?
15. Яку консистенцію ендосперму може мати зерно і з чим це пов'язано?
16. Які показники якості нормуються в партіях зерна, призначеного для спиртового і пивоварного виробництва?
17. Що таке сира клейковина?
18. Які типи клейковини розрізняють та чим характерний кожний тип?
19. Які показники характеризують якість клейковини?
20. Які фактори негативно впливають на кількість і якість клейковини?
21. За якими показниками оцінюють борошномельні властивості зерна пшениці та жита?

*З полови хліба не спечеш,
коли хліб на столі, то стіл –
престіл, а коли хліба ні кусочка,
тоді стіл лиш гола дошка.
(народна мудрість)*

РОЗДІЛ II

ВИРОБНИЦТВО БОРОШНА

Люди і млини вже багато століть служать один одному. Разом вони просувалися від кам'яного століття до нашої цивілізованої епохи, вдосконалювали один одного. І на всіх цих етапах люди вкладали у млинове виробництво знання, працю, досвід, віддавали душевне тепло, а млини, у свою чергу, щедро винагороджували їх за це найбільш матеріальним і немудрим продуктом, який до цих пір становить основу харчування людини – борошном, а значить – хлібом.

Розвиток борошномельної промисловості є найважливішою ланкою у розвитку техніки. Це легко можна пояснити. Адже першою основною потребою людини, як будь-якого живого організму, є харчування, підтримка життя. Хліб з часів осіlosti людини є основною частиною їжі, тому технологія переробки збіжжя у борошно має велике значення у розвитку виробничих сил суспільства. Розвиток техніки борошномельного виробництва супроводжувався багатьма видатними відкриттями у сфері механіки, які сприяли винаходу значної частини різноманітних машин. З появою млинів виникла борошномельна промисловість. Теорія і практика технології виробництва борошна та крупи постійно розвиваються. По-перше, переробка збіжжя у борошно є принциповою необхідністю. По-друге, для подрібнення зерна необхідні витрати значної кількості енергії. Тому млин завжди був

об'єктом технічної думки, техніка й технологія помелу постійно розвивалися та вдосконалювалися.

Перші водяні і вітряки виникли в 9 с т. столітті у Росії, в 12 ст. вони були всюди. Перший млин з паровим двигуном був побудований у Лондоні у 1785 р, а у Росії – в 1818 р., у селі Воротинець Нижегородської губернії – раніше, ніж в інших країнах. Парова машина Черепанових потужністю близько чотирьох кінських сил (приблизно 3 кВт), створена 1824 р., також працювала на жорновому млині виробничою потужністю 1,5 т дизпалива на добу. У 1892 р. у 56 губерніях європейської частині Росії працювало понад 800 великих парових млинів.

На млинах широко застосовували різні двигуни внутрішнього згоряння. У 1914 р. у Санкт-Петербурзі на млині житнього-сіяного помелу було застосовано електропривід, він став першим електрифікованим підприємством Росії. Величезну роль у розвитку млина зіграв винахід вальцювого верстата. Його вперше застосували в 1822 р. З того часу верстати стали активно конкурувати із жорнами, а на великих млинах цілком витіснили їх. У 1880 р. майже всі млини були вальцювими. Сучасний млин є повністю механізованим підприємством, причому управління процесом, контроль технологічних операцій значною мірою здійснюються автоматизованими системами.

У 19 ст. вихід борошна різних сортів при помелі пшениці становив 75–80 %. Якість борошна на різних млинах значно відрізнялася. У 1927 р. у РРФСР і УРСР уперше запроваджені єдині стандарти на борошно. Будівництво й експлуатація млинів вимагали літературного забезпечення. Посібник з цього питання було опубліковано вже у 1812 р. В. Левшиним. Надалі така технічна література з'являється досить регулярно. У своїй «Технології» Д.І. Менделєєв великий розділ присвятив борошномельному виробництву. У 1876 р. перший інженер – мірошник і професор Санкт-Петербурзького технологічного інституту П.О. Афанасьєв опублікував «Курс борошномельних

млинів»; в 1884 р. його учень професор К.А. Зворикін видав «Курс по борошномельному виробництву». У 1912 р. професор П.А. Козьмин видає підручник «Борошномельне виробництво». Активно велася й підготовка фахівців. Перші технічні школи Росії було організовані ще за Катерини Другої, в 1782 р. нараховувалося 8 таких шкіл, в 1786 – вже 165 шкіл. За період з 1876 по 1917 рр. диплом інженера мали понад сто мірошників. Сучасні млини відповідають всім інженерним вимогам. Складний багатофакторний технологічний процес, насиченість підприємств технологічним і допоміжним устаткуванням, автоматизованими системами контролю та управління пред'являють підвищені вимоги до професійних знань, організаційної спроможності і загальному багатокультурному і інтелектуальному рівневі інженерів–технологів.

2.1. Виробництво борошна



Борошно – продукт помолу зерна, який використовується для виготовлення хліба, макаронів, кондитерських та інших виробів.

Залежно від виду сировини розрізняють борошно пшеничне, житнє, ячмінне, вівсяне, кукурудзяне, горохове, сойове та ін. Кожний сорт борошна характеризується певними показниками: крупністю помолу, зольністю, хлібопекарською якістю.

Хімічний склад борошна близький до хімічного складу зерна, з якого воно виготовлене. Зокрема, у нижчих сортів він близький до складу цілого зерна. Проте порівняно із зерном у борошні міститься більше крохмалю і менше жиру, цукру, клітковини, мінеральних речовин і вітамінів.

Із сухих речовин у пшеничному борошні переважають вуглеводи (60–70%), насамперед крохмаль. Його вміст зменшується з пониженням сорту борошна. У вищих сортах загальна кількість білків менша, а гліадину і глютеліну більша. Гліадин і глютелін – найбільш важливі білки пшеничного борошна. Вони здатні утворювати клейковину, яка відіграє велику роль у хлібопекарському виробництві. Вміст жиру, цукрів і клітковини у пшеничному борошні невисокий – відповідно 1,1–2,2 %, 0,2–1,0 % і 0,1–1,0 %. Зольність – від 0,5 до 1,5 %. З пониженням сорту борошна вміст цих речовин підвищується.

Енергетична цінність борошна висока. Залежно від виду і сорту борошна вона становить: пшеничного – від 300 до 330 ккал/100 г, житнього – 290–300 ккал.

Для подрібнення зерна до стану борошна потрібні значні зусилля. Проте цей процес можна виконати із застосуванням тих чи інших машин досить просто. При цьому буде одержане темне за кольором борошно, з якого виходить і темнозabarвлений хліб. Це пояснюється тим, що при такому способі подрібнення всі частини зерна, у тому числі і його темнозabarвлені оболонки потрапляють у борошно. Якщо таке борошно просіяти на досить густому шовковому або капроновому ситі з дрібними вічками, то можна побачити, що воно складається з різних за розмірами частинок. При цьому великі частинки, які залишилися на ситі, як правило, містять і оболонки. Просіяне крізь сито борошно буде світлішим, проте і в ньому містяться оболонки. М'якушка хліба з такого борошна все ж буде сірою.

Щоб мати білий хліб (із світлою м'якушкою), треба виробляти борошно тільки з ендосперму, тобто вміти в процесі подрібнення відділяти оболонки. Цього можна досягти, якщо скористатися неоднаковою міцністю різних частин зернини – більшою крихкістю ендосперму та більшою міцністю оболонок і зародка.

Наведений вище приклад з просіюванням борошна з цілого зерна переконує, що для найповнішого відділення оболонок від ендосперму швидке інтенсивне подрібнювання зерна неприйнятне. Тільки при поступових і багаторазових механічних впливах можна зберегти частинки оболонок більш крупними і виділити у вигляді дрібних структур вміст ендосперму. При цьому після кожного подрібнення продукт слід сортувати, виділяючи з нього частинки, які досягли величини, властивої борошну. Так виникли різні помели зерна із застосуванням різних подрібнювальних і просіювальних машин.

Неоднорідна міцність структури зернини навіть у межах ендосперму дає змогу при правильно поставленому процесі подрібнення і сортування частинок виробляти борошно з різних частин ендосперму (внутрішньої і периферійної), яке відрізняється за своїм хімічним складом, властивостями і поживністю в зв'язку з нерівномірним розподілом речовин у зернині. На підставі цього, в практиці застосовують кілька видів помелу і дістають різні виходи і сорти борошна.

Виходом називають кількість борошна, виробленого із зерна в результаті його помелу. Вихід виражають у процентах до маси переробленого зерна. Так, може бути вихід 100 % (фактично 99,5 %), коли все зерно разом з домішками перетворено на борошно. Однак при такому виході борошна воно може мати і вади в якості: бути з хрустом, зміненим смаком і гіршого кольору у зв'язку з тим, що не були видалені домішки. Тому борошно такого виходу не виробляють.

У нашій країні прийняті такі виходи борошна, що мають і свої сортові назви:

- ◆ пшеничне 96 % – оббивне (односортне)
- 85 % – другого сорту (односортне)
- 78 % – двосортне і трисортне
- 77 % – односортне (поліпшене другого сорту)

75 % – трисортне

72 % – першого сорту (односортне)

70 % – двосортне або односортне

♦ житнє 95 % – оббивне (односортне)

87 % – шеретоване (односортне)

78 % – двосортне

63 % – сіяне (односортне)

Крім того, виробляють односортне борошно із суміші зерна пшениці і жита: пшенично-житнє (70 % пшениці і 30 % жита) з виходом 96 % і житньо-пшеничне (60 % жита і 40 % пшениці) з виходом 95 %. Для пшеничного борошна односортними виходами є 96 і 85 %. Односортний помел з виходом борошна 70 % дістають також і для борошномельно-хлібопекарської оцінки сортів пшениці на дослідних лабораторних млинах. Житнє борошно випускається переважно односортне з виходом 95, 87 і 63 %.

Зазначена вище неоднорідна міцність структури частин зернини дає змогу залежно від схеми помелу виробляти борошно в межах загального встановленого виходу (70 – 72 – 78 %) у вигляді одного або кількох сортів. Так, продовжуючи схему технологічного процесу, тобто послідовного подрібнення зерна і сортування продуктів, які утворюються, з використанням більшої кількості машин, можна при загальному виході борошна 78 % випустити його двома або трьома сортами. При двосортному помелі можна мати 45 % борошна першого сорту і 33 % другого.

Під час вироблення трьох сортів можна одержати 10 % крупчатки, або замість неї 15 % борошна вищого сорту, а решта буде припадати на борошно першого і другого сортів. При помелі твердих і високоскловидних м'яких пшениць для макаронної промисловості в межах 78 %-го виходу мають 15–20 % «крупки» (вищий сорт), 40 % «напівкрупки» (перший сорт) і 23 % борошна другого сорту.

Такі виходи і сорти борошна виробляють і в багатьох інших країнах. Загальний вихід борошна нижче 70 % береться порівняно рідко, тому що в нормально виповненому зерні пшениці вміст ендосперму досягає 81–85 %. Треба тільки вміти правильно організувати технологічний процес, який забезпечує найбільше вилучення ендосперму. При добрій роботі млина виходи борошна із збереженням показників його якості можуть бути більші від базисних.

Крім борошна, в процесі помелу утворюються побічні продукти: різної цінності відходи, які містять певну кількість зерна і насіння бур'янів, борошняний пил, висівки тощо. Слід зазначити, що розрахунок виходів ведеться від норм якості зерна, передбачених помельними базисними кондиціями.

2.2. Сорти пшеничного борошна

Із зерна пшениці виробляють такі сорти хлібопекарського борошна: крупчатку, вищий, перший, другий сорти борошна – при сортових помелах пшениці, а обойне борошно – при обойному помелі.

Крупчатка складається з відносно великих частинок ендосперму, розмір яких коливається в межах 0,3–0,4 мм. Воно не вміщує оболонку і м'яких борошнистих частинок. Крупчатка виробляється з м'якої пшениці зі скловидністю не менше 40 %, з домішками твердої пшениці в кількості 15–20 % або тільки з м'якої пшениці зі скловидністю не менше 50 %.

Борошно вищого сорту складається з тонко подрібнених частинок ендосперму, причому з його внутрішніх шарів. Розміри частинок борошна цього сорту 0,1–0,2 мм. Відділяють це борошно з перших трьох розмельних систем.

Борошно I сорту складається з дрібно розмолотих частинок ендосперму (всіх його шарів) і 2–3 % (від маси борошна)

подрібнених периферійних частинок зернівки – оболонки та алеїронового шару. Розміри частин основної маси борошна I сорту 0,2–0,3 мм.

Борошно II сорту при сортовому помелі складається із частинок подрібненого ендосперму і 8–12 % подрібнених периферійних частин зернівки (від маси борошна). Борошно II сорту значно темніше I сорту через більшу кількість периферійних частинок зерна і буває білим з жовтим або сіруватим відтінком.

Для одержання обойного борошна подрібнюють усе зерно і тому в борошні вміщуються як ендосперм, так і периферійні частини зерна. Борошно має більш крупні частинки, вони менш однорідні за розміром. За кольором обойне борошно темніше, ніж сортове. Борошно пшеничне хлібопекарське вищого, першого, другого сортів і обойне виробляють із м'якої пшениці або із м'якої з додаванням твердої до 20 %.

Пшеничне борошно для макаронної промисловості одержують з твердої пшениці з домішками м'якої не більше 15 % або із скловидної м'якої зі скловидністю не менше 60 %. Для макаронних виробів виготовляють два сорти борошна – вищий і перший.

Борошно житнє

Із зерна жита виробляють три сорти борошна: сіяне, обдирне, обойне. *Сіяне борошно* виробляють, в основному із ендосперму зерна жита і в нього потрапляє тільки 1–2 % периферійних частин зерна. Це біле борошно з сіруватим відтінком, дрібне (частинки до 0,2 мм). Вихід його при односортному помелі 63 %.

Обдирне борошно складається з частин ендосперму і 10 % периферійних частин зерна. Воно крупніше, ніж сіяне, темніше, вихід його при односортному помелі 87 %.

Житнє обойне борошно виробляють при обойному помелі шляхом подрібнення усіх частинок зерна. Цього сорту борошна

виробляється найбільша кількість – 80–90 %. Виробляють також обойне житньо-пшеничне борошно (60 % жита і 40 % пшениці) та пшенично-житнє (70 % пшениці і 30 % жита). Вихід обойного житнього і житньо-пшеничного борошна 95 %, а пшенично-житнього борошна 96 %.

За хімічним складом житнє борошно відрізняється від пшеничного. В ньому менше білків, більше вуглеводів, водорозчинних і саморозчинних азотистих речовин. За амінокислотним складом білки житнього борошна повноцінні. При замісі тіста житнє борошно утворює клейковину, але якість її низька, вона погано зв'язана. Основним вуглеводом є крохмаль, вміст якого в різних сортах буває 60–78 %. В житньому борошні багато цукру 3–7 %, геміцелюлози 4–10 %, із яких переважно пентози. Характерною особливістю житнього борошна є вміст в ньому слизу.

Борошно кукурудзяне та ячмінне

Борошно кукурудзяне. Його використовують в кондитерському виробництві, при виробі деяких національних страв і сортів хліба, а іноді у вигляді додатків при виробництві пшеничного та житнього хліба. При переробці зерна кукурудзи на борошно від нього відділяють зародок. Для продовольчого призначення борошно виробляють з виходом 70–85 %. Його одержують при односортному і двосортному помелах. Для ацетоно-бутилового виробництва виробляють *обойне борошно* з виходом 98,5 %, яке являє собою подрібнене зерно разом із зародком. Борошно кукурудзяне з виходом 70 % виробляють, в основному, з ендосперму, воно досить дрібне. Борошно з виходом 85% вміщує як ендосперм, так і невелику кількість периферійних частин зерна. Воно крупніше. Колір борошна 70 і 85 % може бути білим або жовтим в залежності від кольору переробленого зерна. Борошно

кукурудзяне багате крохмалем (76–86 %), білків в ньому 8–10 %, які слабо набухають і не утворюють клейковини.

Борошно ячмінне використовують для випікання хліба в суміші з пшеничним або житнім борошном. Борошно виробляють двох виходів. Борошно 75 % виходу виробляють при односторонньому помелі із зерна, очищеного від квіткових плівок з відбором 15 % висівок. Воно складається з посрібленого ендосперму і 10–12 % периферійних частин зерна. Колір його білий з синюватим відтінком, зольність 1,9 %. Борошно типу обойного 87 % виходу виробляють із зерна, звільненого від квіткових плівок і з відбором 2–3 % висівок. Це борошно крупніше і темніше.

2.3. Обладнання борошномельного виробництва

Виробництво борошна є одним із найстаріших в світі, тому що вже 10–15 тисяч років тому людина навчилася виготовляти хліб. За цей період розвиток борошномельного виробництва має цілу історію, яка складається із етапів. Але як тепер, так і в давнину для одержання борошна зерно піддають подрібненню, а потім відсівають борошно для відділення темнозабарвлених оболонок.

Для подрібнення зерна поетапно застосовували камінні ступи, згодом ручні млини з обертовим верхнім каменем, кіннопривідні млини, водяні, вітряні млини. Одночасно з удосконаленням процесу розмелювання зерна поліпшувались і методи просіювання одержаних продуктів. Першою просіювальною "машиною" був петльовальний мішок з тканини, крізь яку шляхом ручного струшування просіювали борошно. Пізніше з'явилися бурати, а потім центрифугали.

Сучасне борошномельне виробництво розвинуте і технічно вдосконалене. Для подрібнення, розмелювання зерна застосовують такі типи подрібнювальних машин: *жорнові посади, молоткові дробарки, вальцьові верстати.*

A detailed technical drawing of a mechanical device, possibly a pump or engine component, shown in a cross-sectional view. The device is mounted on a base (4) and features a large flywheel (5) at the bottom. A central vertical shaft (11) passes through the center, connected to a crank mechanism (12) and a piston rod (13). The piston rod is connected to a piston (14) within a cylinder (2). Above the cylinder is a valve mechanism (6) with a valve (8) and a valve seat (7). A hopper (9) is positioned at the top, with a discharge pipe (10) leading from it. Various other components are labeled with numbers 1, 3, and 12.

1 – станина, 2 – лежень,
3 – веретено, 4 – підп'ятник,
5 – опорна дуга, 6 – пароп-
лиця, 7 – бігунок, 8 – оби-
чайка, 9 – завантажувальний
ківш, 10 – підтрясок, 11 –
магніт, 12 – шестерня, 13 –
теча, 14 – опорний гвинт

125

великий шлях по спіралі робочих поверхонь, багаторазово зазнає стиснення і зрушення, унаслідок чого руйнується і розмелюється.

Молоткова дробарка складається з масивного корпусу із закріпленим зверху засипним бункером, а знизу – змінним ситом. У середині дробарки на валу закріплено два диски, з'єднаних металевими штифтами, що розміщені паралельно валу і використовуються для вільного навішування металевих пластин (молотків) (рис. 20).

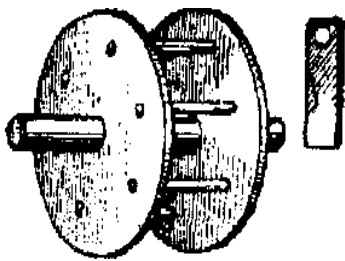


Рис. 20. Ротор і «молоток» молоткової дробарки

Колова швидкість руху молотків 70–80 м / с. Зерно з бункера надходить у корпус дробарки, де подрібнюється ударами молотків. Борошно просіюється крізь сито в збірник. Молоткові дробарки використовують для одержання оббивного борошна зерна різних культур, сінного борошна, подрібнення висівок.

Основна розмелювальна машина на сортових млинах – **вальцьовий верстат**. Він подвійний (з автономними половинами). У кожній самостійній секції верстата розміщено по одній парі подрібнювальних вальців довжиною 0,6; 0,8; 1 м і діаметром 0,25 м. Зерно або проміжні продукти його переробки подрібнюються в клиновидному просторі, утвореному поверхнями двох циліндричних паралельно розміщених вальців, що обертаються з різними швидкостями назустріч один одному. Важливе значення для подрібнення зерна у верстаті має міжвальцьовий зазор (розмелювальна щілина), нахил рифлів, щільність їх нарізки, колова і відносна швидкість вальців (рис. 21). Величина розмелювальної щілини (0,05–2 мм) встановлюється в залежності від необхідного ступеня подрібнення зерна і його частинок з

допомогою штурвалу привально-відвального механізму. Останній також може відводити один із вальців і пропускати сторонній предмет, а потім ставати в попереднє положення.

Рифлі на вальцях розміщені під деяким кутом, величину якого (нахил) вимірюють у відсотках. Збільшення кута нахилу рифлів підвищує інтенсивність подрібнення. Залежно від характеристики продукту, що надходить у верстат, і конкретного технологічного завдання нахил вибирають в межах 4–14 %.

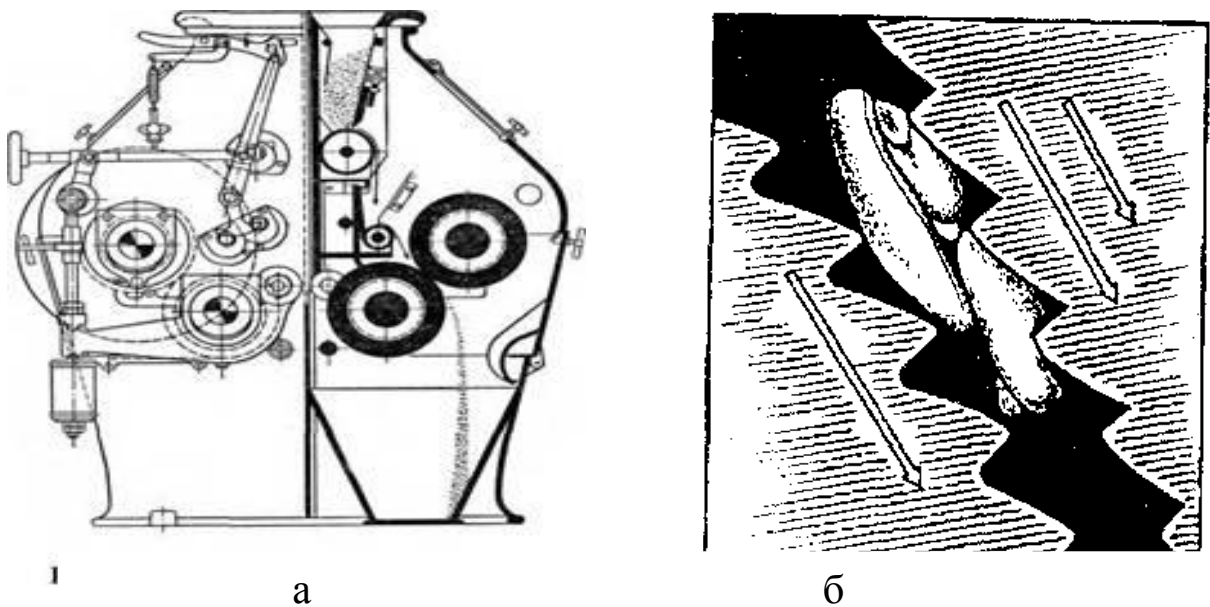


Рис. 21. П'ятивальцовий верстат

а – верстат у розрізі;

б – подрібнення зерна між двома вальцями

Щільність нарізки рифлів або їх число на 1 см кола вальця (4–12) залежить від типу помелу і крупності частинок. Із зменшенням розміру частинок щільність нарізки рифлів збільшується. Колова швидкість вальців різна, співвідношення становить 1:1,5; 1:2; 1:2,5. Відношення колових швидкостей $k = 1-3$. Швидкість верхнього (швидкообертального) вальця – 6 м / с. Зерно надходить на розмелювальні вальці через живильний механізм (валик), розподіляється по всій довжині вальців, захоплюється ними і швидко проходить через розмелювальну щілину. Унаслідок різної

швидкості обертання робочих вальців і їх рифленої поверхні зерно між вальцями не розплющується, а розвертається і максимально розколюється (рис. 21). Процес, при якому зерно поступово розвертається і з нього викришуються крупки, які складаються із ендосперму з оболонками, а ендосперм частково подрібнюється до стану борошна, називають *драним*. У цьому процесі беруть участь чотири – шість вальцьових верстатів (I драна, II драна і т.д.). Чим більший номер системи, тим мільча нарізка рифлів у вальців і тим менша розмелювальна щілина. Утворені продукти після кожної драної системи різного розміру з неоднаковим вмістом ендосперму. Одержують: борошно, крупи (мілкі, середні і крупні), дунсти (середнє між борошном і мілкою крупою).

Для сортування продуктів використовують *просіювальні машини*: розсійники, ситовійки. Розсійники – одно- або двокорпусні (рис. 22).

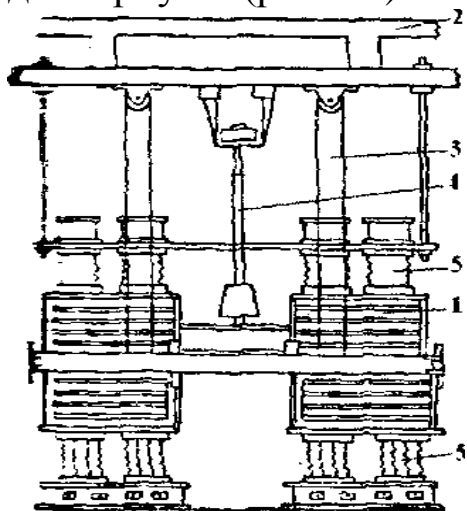


Рис. 22. Двокорпусний розсійник:
1– ситовий корпус; 2– металева рама; 3 – підвіска-трос; 4 – привідний механізм; 5 – рукав із тканини

Ситові корпуси ділять на пакетні і шафні. Кожний корпус пакетного типу складений із 5–7 горизонтальних рамок з натягнутими металевими, шовковими чи капроновими ситами різної густоти і вкладені одна в одну. У розсійниках шафного типу ситові рами висувні. Продукт на горизонтально розміщених плоских ситах здійснює коловий поступальний рух, проходить по ситових рамах зверху вниз, поступово розділяється на фракції.

Цьому сприяє те, що ситові корпуси підвішені на тросах до металевої рами, на якій закріплений механізм, що приводить їх в обертово-поступальний рух у горизонтальній площині. Сита рухаються швидше, ніж продукти помелу, що містяться в них. При цьому дрібні частинки просіюються вниз, а крупніші за допомогою перегородок, здійснюючи петлеподібні рухи, сходять із сит. Ураховуючи те, що на різних етапах і системах технологічного процесу набір проміжних продуктів неоднаковий, для їх просіювання випускають розсійники з різними схемами, які мають певну послідовність руху; продуктів, що сортують на ситах. Але кожна група сит розділяє вихідну суміш продукту на дві фракції – схід і прохід, одну з яких виводять з машини, а другу направляють на наступну групу сит для подальшого сортування (рис. 23). Рух продукту в кожній групі сит неоднаковий. Він може бути паралельним, послідовним або комбінованим, що найбільш поширений у розсійниках.

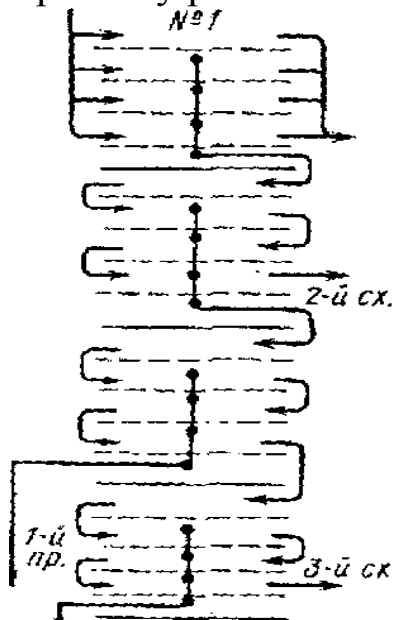


Рис. 23. Рух продуктів у розсійнику

Виділені в результаті сортування в розсійник самостійні фракції продуктів достатньо однорідні за геометричними розмірами, але неоднорідні за вмістом ендосперму – за добротностю (якістю). Розсійник полотняними рукавами з'єднаний

зверху живильними, а внизу з випускними трубами, в яких знаходяться магніти для видалення металевих домішок.

Істотний недолік розсійника в тому, що продукти помелу розділяються тільки за величиною, а не за якістю. Виробництво високосортного борошна проводять тільки з ендосперму. Для його виділення з продуктів необхідне якісне розділення, яке можливе в машинах *ситовійках*. Сорткування продуктів в ситовійних машинах ґрунтується на аеродинамічних властивостях останніх. Ситовійні машини є з двома або чотирма прийомами продукту, що забезпечує сорткування паралельними потоками, а також з двома або більше ярусами сит. Верхній ярус має 6 ситових різних номерів, а нижній – 5 ситових рам розміщених послідовно (рис. 24).

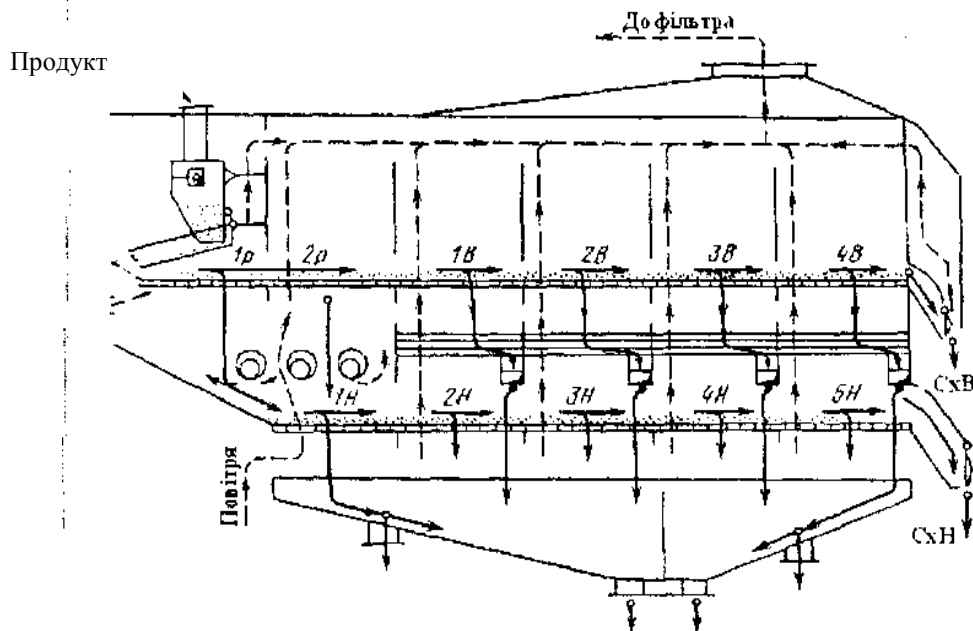


Рис. 24. Технологічна схема двоярусної ситовійної машини:
В – верхній ярус сит; Н – нижній ярус сит; 1р і 2р – відповідно перше і друг розвантажувальні сита

Ситовий корпус здійснює коливальний рух в умовах повітряного потоку, що підіймається вгору. Технологічний процес полягає в тому, що внаслідок розшарування однакових за розмірами але різних за якістю компонентів (самосортування) через отвори сита проходять тільки важкі частинки ендосперму, а легші, які містять оболонки, ідуть сходом із сит. Продукт, що

переміщується вздовж кожного сита, пронизується потоком повітря. Повітря полегшує ефективність самосортування. Завдяки цьому частинки з найбільшою густиною (найбільш добротні частинки ендосперму) переміщуються по поверхні сита, перемагають опір повітря і просіюються через нього. Частинки меншої густини (небагаті ендоспермом) ідуть сходом із сит. Легкі і мілкі частинки підіймаються потоком повітря в осадочні камери.

На результати роботи ситовійних машин впливають: фізичні властивості продукту, частота і амплітуда коливань ситового корпусу, кут його нахилу, швидкість потоку повітря і його кількість. Одну із фракцій крупної крупи, яку дістають на ситовійках, називають *манною крупою*. Вихід її при помелі пшениці становить 2–3 %.

2.4. Помели зерна

Залежно від різних машин для подрібнення зерна і просіювання подрібнених часточок розрізняють помели зерна разові і повторювальні.

При *разовому помелі* перетворення зерна на борошно відбувається після одноразового його пропускання через подрібнювальні машини : жорновий посад або молоткову дробарку. Технологічний процес під час разового помелу може починатись без попередньої очистки або з попередньою очисткою зерна від домішок. При подрібненні на жорнах або дробарці зерно за час проходження в машині повністю розтирається або дробиться до стану борошна без повторного повернення. Одержане борошно сіре на колір і дуже однорідне як за величиною, так і за якістю часточок. Разові помели проводять з відсіюванням висівок або без нього.

При разових помелах з попереднім очищенням зерна і просіюванням на буратах дістають продовольче оббивне борошно з виходом 96 %. Але найчастіше разовий помел застосовують для одержання кормового борошна з виходом 98,5 %.

При повторювальних помелах борошно одержують унаслідок багаторазового пропускання часточок зерна через подрібнювальні машини і поступового їх розмелювання. Повторювальні помели можуть бути простими і сортовими.

2.5. Технологія борошномельного виробництва

Формування якості борошна під час виробництва.

Узагальнена технологічна схема виробництва борошна представлена на рис. 25.

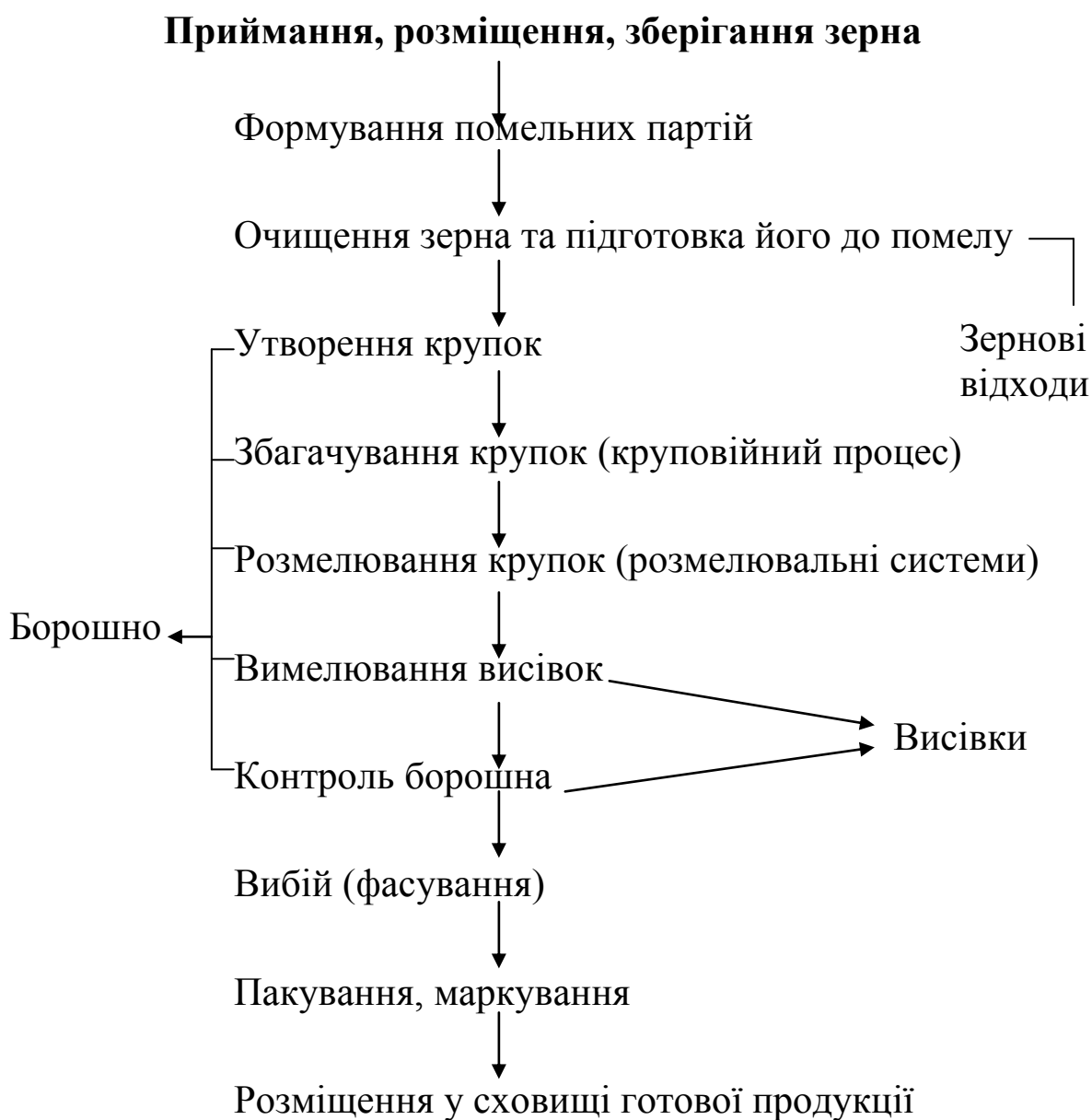


Рис. 25. Узагальнена технологічна схема виробництва борошна

Процес виробництва борошна можна поділити на основні етапи:

- ◆ приймання зерна і зберігання зерна на млині;
- ◆ формування помельних партій зерна;
- ◆ підготовка зерна до помелу;
- ◆ помел зерна в борошно;
- ◆ вибій і зберігання борошна.

Приймання і зберігання зерна. Приймають, розміщують та зберігають зерно на примлиновому елеваторі. Рекомендують, щоб запас зерна був не меншим місячної потужності млина. Зерно в елеваторі розміщують з урахуванням його властивостей та показників якості. Партії зерна зберігають окремо: за вологістю – за різниці значень 1 % і більше; за зольністю – менше 1,97 та більше 1,97 %; за склоподібністю – 40–60 і більше 60 %; за вмістом клейковини – вище 26, 25–20 та нижче 20 %; за натурною масою – вище 750, 750–690 та менше 690 г / л. Крім того, окремо зберігають зерно сильної або слабкої пшениці, пошкодженої клопом-черепашкою, полинне тощо.

Формування помельних партій зерна. Формування помельних партій зерна здійснюють також на примлинових елеваторах. Для цього змішують зерно за різними показниками якості для одержання партій зерна, які б відповідали вимогам за клейковиною, склоподібністю, зольністю, засміченістю тощо. Складена суміш повинна забезпечувати виробництво борошна з максимальним виходом, високими показниками за білизною, зольністю і хлібопекарською якістю. Змішування зерна – найкращий спосіб використання зерна зі зниженими борошномельними і хлібопекарськими властивостями. Від правильності приготування помельних партій в значній мірі залежить якість готового борошна.

Їх готують із зерна різних типів і якості, а пропорції повинні забезпечувати оптимальні властивості борошна.

Склад помельної суміші визначають розрахунками, користуючись вимогами до якості помельної партії з урахуванням наявності зерна в елеваторі. Помельну суміш складають з двох-чотирьох компонентів.

Підготовка зерна до помелу. Підготовка зерна до помелу передбачає: попереднє очищення зернової маси від домішок, обробку поверхні зерна й остаточне його очищення, гідротермічну обробку зерна (кондиціонування).

Попереднє очищення зерна. Зерно очищають до необхідних кондицій. Домішки, які відрізняються від основного зерна за розмірами (шириною, товщиною, довжиною), відокремлюють просіюванням зернової маси крізь спеціальні сита. Домішки, які мають незначну масу, видаляють струменем повітря. Зерно просіюють і провіюють на сепараторі. Для відокремлення домішок, які відрізняються від зерен основної маси формою, використовують спеціальні машини. Для видалення округлих зерен куколю – куколевідбірники, видовжених зерен вівсюга – вівсюговідбірники та ін. Металомагнітні домішки видаляють на магнітних сепараторах. Очищення від домішок та підготовку зерна до помелу здійснюють в підготовчому відділенні млина.

Обробка поверхні зерна і остаточне його очищення. На цій стадії з поверхні видаляють частки ґрунту і пил, що потрапляють на зерно під час збирання і зберігання, а також значну частину мікроорганізмів. При обробці поверхні зерна відбувається також відділення оболонок. Поверхню зерна обробляють сухим способом за допомогою оббивальних і щіткових машин або мокрим способом у мийних машинах.

Найчастіше застосовують щіткові машини типу БЦМ. Основним їх робочим органом є щітковий барабан, що складається з колодок, набраних щітковим волокном і закріплених на валові. Щіткова дека також має колодки, набрані щітковим волокном. Радіальний зазор між щітковими поверхнями барабана і деки регулюється. Зерно, що захоплюється обертовим щітковим барабаном, направляється у зазор між щітковими поверхнями барабана і деки, де піддається інтенсивному впливові щіток, очищується від пилу і надірваних оболонок. Потім зерно надходить у нижню частину аспіраційного каналу, де від зерна відокремлюються повітрям дрібні домішки. Очищене зерно виводиться з машини самопливом.

Для знезаражування зерна передбачені ентолейтори, в яких знищення живих довгоносіків відбувається в результаті ударного впливу обертового ротора.

Миття зерна і зволоження поліпшують ступінь його продовольчого використання. Здійснюється ця операція в машинах двох типів: у водоструминних для додавання води в крапельному стані і водорозпильних для додавання води в розпиленому стані. Застосовуються комбіновані мийні машини.

При цьому очищується поверхня зерна, відокремлюються важкі і легкі домішки, щуплі зерна, видаляються мікроорганізми. Зволоження і наступне відволожування викликає фізико-біологічні зміни в зерні, у результаті яких полегшується відділення оболонок від зерна при незначних втратах ендосперму.

Гідротермічна обробка зерна (кондиціювання). Для підвищення ефективності процесу відокремлення оболонок від ендосперму треба підвищити різницю в їх фізичних властивостях, тобто ендосперм повинен стати більш крихким, а оболонки більш пластичними. Завдання полягає в тому, щоб при помелі одержати продукти з окремих анатомічних частин зерна. Для цього зерно

перед помелом піддають гідротермічній обробці (ГТО), яка і забезпечує дотримання цих вимог.

На борошномельних підприємствах застосовують два методи ГТО: холодне і швидкісне кондиціювання. Холодне кондиціювання полягає в зволоженні зерна при мокрій обробці і наступному його відлежуванні (відволожування) у бункерах (засіках). При швидкісному кондиціюванні зерно спочатку обробляють парою, а потім миють у холодній воді. Безпосередньо перед помелом зерно дозвожують на 0,3–0,5 % і після відволожування протягом 20–40 хв направляють на помел.

Зерно до розмелу готують послідовно або паралельно. В першому випадку такий спосіб використовують для млинів невеликої потужності, приблизно до 200–220 т на добу. Спочатку проводять підготовку м'якої пшениці першої групи склоподібності, а потім другої або третьої групи. Змішують зерно після зневоложення.

За паралельного способу м'яку високо- та низькосклоподібну пшеницю готують окремо у двох секціях, а змішують партії в необхідній пропорції після зневоложення або перед першою дертьовою системою. Цей спосіб використовують на млинах середньої потужності (250–300 т / добу).

За паралельної підготовки зерна на окремих технологічних лініях можна досягти не тільки кращого технологічного ефекту роботи машин (підбір сит у сепараторах та розмірів чарунок у трієрах), але і використати кращі режими гідротермічного оброблення (режими зволоження та пропарювання) залежно від природних особливостей зерна.

Роздільна підготовка зерна забезпечує більш високі показники роботи борошномельного заводу за виходом та якістю борошна і питомими витратами енергії. Хлібопекарські властивості борошна,

одержаного за роздільної підготовки пшениці, також відрізняються кращими показниками. Роздільна підготовка зерна до розмелу можлива тільки за умов суворого дотримання правил розміщення та зберігання пшениці за показниками його технологічних властивостей.

Помел зерна в борошно. Помел – найважливіша стадія технологічного процесу виробництва борошна – являє собою сукупність процесів і операцій, проведених із зерном.

Процес одержання борошна можна розглядати як послідовний багаторазовий процес відокремлення центральної частини – ендосперму від оболонки.

Спочатку зернину роздрібнюють на кілька частинок і отримують так звані добротні крупки, тобто крупки, одержані з центральної частини – ендосперму, і так звані строкаті крупки, тобто такі, що мають з одного боку залишки оболонки. На наступних етапах технологічного процесу добротні крупки відокремлюють від строкатих, а останні шліфують, тобто відокремлюють від них частинки оболонки. Після цього строкаті крупки стають добротними, але менших розмірів. Оболонки, в яких на внутрішній поверхні залишилась деяка частка ендосперму, вимелюють на спеціальних вимелювальних системах. Оболонки, від яких відокремлено майже всі частки ендосперму, називають висівками.

Периферійні частки пшениці містять значну кількість природних вітамінів групи В, що позитивно впливають на якість борошна. Нині є багато пропозицій щодо використання периферійних частинок (висівок) для збагачення борошна білками, вітамінами, мінеральними добавками.

З однієї і тієї ж партії зерна при помелі можна одержувати різні сорти борошна, що відрізняються хімічним складом, харчовою

цінністю, органолептичними і технологічними властивостями. Однією із задач помелу є одержання борошна з однорідним гранулометричним складом.

При виробництві оббивного борошна помел використовують для здрібнення усіх анатомічних часток зерна до частин однакового розміру.

При виробництві сортового борошна значному здрібнюванню підлягає лише ендосперм, а зародок, оболонки і алеїроновий шар виділяють у вигляді висівок.

Разові помели застосовують лише для здрібнення зерна, яке призначається для годівлі сільськогосподарських тварин.

На сучасних млинах борошно отримують шляхом багатократного і поступового здрібнення зерна на вальцових станках з подальшим просіюванням отриманих продуктів.

Помел здійснюють у два етапи:

- дертьовий процес;
- розмельний процес.

Головна задача дертьового процесу полягає у зніманні оболонок і отриманні крупок. На стадії розмельного процесу отримані крупки здрібнюють до розмірів, що відповідають вимогам розміру часток борошна залежно від виду помелу.

Дертьовий процес. Для утворення крупок призначені дертьові (крупкотворні) системи. Подрібнення зерна здійснюють на вальцовому верстаті. Для цього на вальцових верстатах на відстані 0,5–1,5 мм між вальцями зерно подрібнюється кілька разів. Після кожного подрібнення крупки сортують на розсійниках. Кожну пару "вальцовий верстат-розсійник" називають системою.

Для одержання крупок використовують 4–10 таких систем залежно від виду помелу.

Збагачування крупок, тобто відокремлення добротних крупок від крупок з оболонками, здійснюється частково на розсійниках, крупівійках і так званих шліфувальних системах. Шліфувальні системи "вальцьовий верстат-розсійник" відрізняються від дертьових меншими міжвальцьовими проміжками та відповідними розмірами отворів решіток на розсійниках.

Робочим органом вальцьового станка при обдирному процесі є чавунні вальці, які мають сталєне покриття. Валки обертаються назустріч один одному з різними швидкостями, які відносяться як 1:1,5; 1:2; 1:2,5 і ін. Відстань між вальцями змінюється залежно від стану помелу. На першій системі, на яку надходить ціле зерно, вона максимальна, потім поступово зменшується. Поверхня вальців має рифлі, глибина яких від першої до наступних систем також зменшується. Через те, що вальці у дертьових системах обертаються з різною швидкістю, зерно між валками не розплющується, а ніби розгортається навколо своєї осі, при цьому з зерна сколюється оболонка, а дрібних часток утворюється мінімальна кількість.

Валки розмельних систем не мають рифлів і обертаються з однаковою швидкістю. На цих системах здрібнюють частки ендосперму до розміру часток борошна.

Отримані з перших обдирних систем продукти за допомогою розсівів сортують на крупні (більше 1000 мкм) і дрібні (350–1000 мкм) крупки, дунсти (170–350 мкм) і борошно.

Крупні і дрібні крупки, як і ендосперм можуть мати і деяку кількість оболонок, для відділення яких використовують спеціальні вальцьові станки. Цей процес обробки проміжних продуктів називають шліфувальним. Крупки, які отримані з різних систем, у

тому числі шліфувальних, можуть різнитися за кількістю ендосперму. Якщо крупки отримані з центральних часток ендосперму, то вони мають низьку зольність. Якщо ж крупки отримані з периферійних часток зерна, то вони мають частки алеїронового шару, що підвищує їх зольність. Тому крупки сортують за якістю на "строкаті" і "білі".

Цей процес має назву збагачення і здійснюється за допомогою апаратів ситовіялок. Ситовіялки призначені для розподілу "строкатих" і добротних "білих" крупок за ознакою поведінки частинок у псевдозрідженому стані. У результаті розшарування різних за властивостями крупок через отвори сит проходять, в основному, частинки ендосперму, а частинки з оболонками йдуть сходом. Повітря, що надходить знизу до сит, полегшує процес самосортування. Легкі і дрібні частинки відводяться повітряним потоком на фільтрування.

На ситовіяльних машинах крупки і дунсти сортують за розміром і щільністю. Ситовіялки працюють наступним способом. Продукт, що сортують, подається на нахилені сита, які роблять зворотно-поступальні рухи, знизу сит подається повітря, у потоці якого утримуються більш легкі частки (менш якісні крупки), а важкі крупки з чистого ендосперму легко проходять через сита.

Розмельний процес. Крупки, які розділені за допомогою ситовіяльних машин з урахуванням їх якості, направляють на вальцьові верстати шліфувальних або розмелювальних систем. Але за один пропуск через вальцьовий верстат увесь продукт, що надходить, не може бути здрібнений до розміру часток, які відповідають борошну. Тому розмельний процес ведуть на кількох системах.

Розмелювання крупок здійснюють на розмелювальних системах, в яких використовуються вальці з гладкою шліфованою

поверхнею та сита з розмірами отворів, що відповідають розмірам частинок борошна.

На перших розмельних системах переробляють крупки з найменшою кількістю оболонок і отримують борошно вищої якості. На наступних системах ведуть помел часток, які не здрібнені на перших розмельних системах, і продуктів, які мають оболонки, при цьому отримують борошно I та II гатунків.

Вимелювання висівок здійснюють на бичових та щіткових машинах, в яких відокремлення частинок ендосперму від висівок залежить від проміжку між щітками (бичами) та ситовою поверхнею.

Прості повторювальні помели застосовують для отримання житнього або пшеничного борошна (оббивного). Вихід борошна до маси, яка надходить на переробку зерна, для житнього борошна – 95 %, а пшеничного – 96 %, висівки – відповідно 2 і 1 %.

Борошно оббивне отримують при одночасній роботі трьох вальцьових станків. Особливістю схеми оббивного помелу є наявність бичових машин, на яких продукт після вальцьового станка додатково здрібнюється, після чого на розсів надходить тільки 50 % від загальної кількості продукту, що в цілому підвищує ефективність виробництва.

Уразі складних повторювальних помелів одночасно можуть працювати чотири-п'ять дертьових систем і 10–11 розмельних систем, за допомогою яких отримують різні сорти борошна.

Формування сортів борошна здійснюють дозуванням окремих потоків на всіх етапах утворення борошна за зольністю (вищий сорт – 0,5 %, перший – 0,75, другий – 1,25 %). Контроль борошна, що утворюється на різних етапах розмельного відділення, здійснюють на розсійниках за сортами.

Вибій (фасування). Фасування в мішки та в малі пакети здійснюється в окремому вибійному відділенні.

Зберігання борошна. Борошно – менш стійкий продукт при зберіганні, ніж зернові маси. Під впливом факторів навколишнього середовища, передусім температури і вологості повітря, а також наявності кисню в борошні відбуваються різноманітні процеси позитивного і негативного характеру. Прикладом позитивного характеру є побіління борошна в перший період його зберігання і часто поліпшення хлібопекарських якостей. Передусім це стосується пшеничного борошна. Побіління борошна відбувається в результаті окислення каротину і перетворення його в безколірний дериват. Поліпшення хлібопекарських якостей борошна при зберіганні дістало назву дозрівання. Воно полягає в поліпшенні колоїдних властивостей клейковини в результаті гідролізу жиру і специфічної дії на клейковину вільних ненасичених жирних кислот (олеїнової і ленолевої). Процес дозрівання відбувається інтенсивно за температури 20...30°C і майже не проявляється за температури близько 0°C. Тривале зберігання борошна за високої температури приводить до його перезрівання, унаслідок чого погіршуються властивості клейковини, зменшується об'ємний вихід хліба.

Негативні процеси, які відбуваються в борошні, більш різноманітні. Серед них спостерігаються розклад і окислення жиру, яке викликає гіркнення борошна. Борошно набирає гіркого смаку і запаху, які передаються і хлібові. Процес гіркнення відбувається дуже швидко за підвищеної температури (25–30°C і більше). Тому борошно в звичайних складах гіркне, особливо в другій половині літа. При нерівномірному обігріві або охолодженні мішка з борошном легко виникає явище термовологопровідності, унаслідок якого виникають активні мікробіологічні осередки. Активна діяльність мікроорганізмів призводить до прокисання, пліснявіння, навіть до самозігрівання борошна. Воно стає непридатним для

випікання хліба і взагалі для використання в їжу. Не менш небезпечним є зараження борошна шкідниками хлібних запасів.

Для борошна, яке іноді зберігають кілька місяців, слід виділяти сухі, добре продезинсекційовані склади без жодного запаху. Мішки з борошном укладають у штабелі заввишки до 6–8 мішків так, щоб вони не розвалювались ("трійником" або "п'ятериком"». Нижній ряд мішків кладуть на дерев'яний підтоварник. Чим нижчою буде температура в складі, тим довше борошно збереже свої якості. При тривалому зберіганні штабель корисно через кілька місяців перекласти, тобто верхні, мішки перемістити вниз, а нижні покласти у верхні ряди. Це запобігає злежуванню борошна, втраті ним стійкості і перетворенню в моноліт. За партіями борошна, що зберігають, слід вести спостереження і насамперед перевіряти, чи не сталося зараження борошна шкідниками. Шкідників передусім треба шукати на поверхні мішків. Тому періодичне обмітання їх жорсткою щіткою та перевірка зметеного звичайним порядком або за допомогою лупи дає достатнє уявлення про наявність шкідників.

Дефекти борошна. Причиною виникнення дефектів у борошні може бути використання недоброякісного зерна, порушення технології виготовлення, недотримання режимів і строків зберігання. Основними є дефекти органолептичних і фізико-хімічних показників і дефекти мікробіологічного характеру борошна (табл. 16).

Таблиця 16

Дефекти борошна

<i>Назва</i>	<i>Причини виникнення</i>
1	2
Зниження хлібопекарських властивостей	Використання пророслого, морозобійного, пошкодженого шкідниками зерна

1	2
Самозігрівання	Підвищення температури у масі внаслідок фізіологічних процесів і поганої тепло-провідності. Виникає тільки в тих випадках, коли за борошном немає належного контролю. При цьому змінюються органолептичні показники, вуглеводний, білковий, ліпідний та інші комплекси борошна: білки денатуруються, крохмаль і жири гідролізуються, вітаміни руйнуються. Внаслідок цього погіршуються технологічні властивості і харчова цінність борошна
Сторонній запах	Виникає внаслідок недотримання товарного сусідства. Запах затхлий і пліснявий може виникнути при недотриманні режимів зберігання борошна
Сторонній смак і присмак	Причиною появи стороннього присмаку можуть бути сторонні пахучі домішки у зерні до його переробки, неналежний контроль за зберіганням борошна на підприємстві
Зміна кольору	Тривале зберігання, особливо при доступі світла
Зволоження	Зволоження борошна може виникати при неправильному зберіганні. Спричинює виникнення інших дефектів, активізуються ферменти, підвищується інтенсивність дихання, самозігрівання, розвиток мікроорганізмів. Зволожене борошно не можна довго зберігати
Запліснявіння	Виникає внаслідок самозігрівання або зберігання у погано вентильованих приміщеннях з високою відносною вологістю повітря – вище 80 %

Прокисання	Починається у внутрішніх шарах маси продукту у зв'язку з розвитком кислотоутворюючих бактерій, і насамперед молочнокислих, утворенням органічних кислот. Продукт набуває кислого смаку
Згірклість	Є результатом окислення жирів. Борошно з підвищеним вмістом жиру швидше гіркне. Вміст жиру у борошні залежить від його сорту. Борошно нижчих сортів має у своєму складі більше частинок зародка, багатих на жири, тому воно швидше гіркне
Зниження або втрата сипучості	Із збільшенням у борошні вмісту частинок оболонки сипучість його знижується. Ця властивість борошна знижується також при підвищеному вмісті вологи

Контрольні запитання

1. Які існують помели зерна?
2. Вихід борошна та сортові назви борошна.
3. Сорти пшеничного борошна.
4. Сорти житнього борошна
5. Технологія борошномельного виробництва.
6. Які основні технологічні операції виробництва борошна?
7. Які машини застосовують для подрібнення зерна та який принцип їх роботи?
8. За якими показниками оцінюють якість борошна?
9. Які існують дефекти борошна?

РОЗДІЛ III

ВИРОБНИЦТВО КРУПІВ

Другим за значущістю продуктом харчування (після борошна), що виробляється із зерна злакових культур, а також гречки і гороху, є крупа. Фізіологічними нормами харчування людини обґрунтована доцільність систематичного введення в раціон різних круп, у середньому на душу населення 14–15 кг на рік, тобто 40–42 г в день. Серед них перевага надається крупам з гречки – 25–30 % від загальної потреби, рису – 18–20 % і бобовим – 14–16 %. Далі йдуть крупи з проса (11–12 %), пшениці (10–13 %), вівса (7 %), ячменю і кукурудзи.

На формування якості крупи впливають такі чинники: вид круп'яної культури, якість зерна, що переробляється, технологія його переробки.

3.1. Сировина для виробництва крупів

Властивості зерна різних культур неоднакові. Проте, будь-яке зерно повинне відповідати загальним вимогам: бути доброякісним, повноцінним, належно обробленим, мати сприятливі біохімічні властивості. Таким вимогам, як правило, відповідає зерно, вирощене в належних умовах. Бажано використовувати районоване зерно. Погодні, кліматичні умови теж впливають на якість зерна, а отже, на крупи, отримані з нього. При складанні партій круп'яного зерна, що направляється на переробку, не можна допускати змішування зерна різних видів, типів (розмірів, форми, технологічних властивостей), різної вологості.

Із зерна зі стороннім запахом, запліснявілого і самозігрітого та з наявністю великої кількості домішок не можливо отримати крупи високої якості. Вади зерна, як правило, передаються крупам. Якісні крупи отримують зі свіжого і добре виповненого зерна.

Усі види зерна, з яких виготовляють крупи, характеризуються різним хімічним складом. Тому різні крупи мають неоднаковий вміст вуглеводів, жирів, вітамінів, мінеральних та інших речовин. Крупи характеризуються різною засвоюваністю та енергетичною цінністю. Круп'яні культури поділяють на дві групи: з міцним зв'язком оболонки та ядра (рис, ячмінь, кукурудза, пшениця) та зі слабким зв'язком (гречка, просо, овес). Кожна група має значні відмінності, які вимагають різноманітних технологічних способів переробки зерна круп'яних культур. Наприклад, гречка, просо, овес та рис належать до круп'яних культур, у яких плівки з ядром не з'єднані. У гречці всі три пелюстки плодової оболонки вільно огортають ядро і з'єднані з ним тільки в одній точці. У просі квіткові плівки також вільно огортають ядро і з'єднані тільки по одній лінії рубчиком. У вівсі квіткові плівки хоча і щільно огортають ядро, але з ним не зрощені. Різні форми та міцність зв'язків оболонок з ядром вимагають певних особливостей технологічних процесів переробки зерна на крупу для кожного з перелічених видів сировини. Наприклад, гречку й просо лушть на вальцюдекових верстатах сколюванням і розмиканням плівок, а овес – на луцильних посадах та оббивальних (бичових) машинах взаємним тертям з використанням руйнівного удару.

Для круп'яних культур з міцним зв'язком оболонок з ядрами (ячмінь, пшениця, горох, кукурудза) для лушення використовують машини з інтенсивним стиранням (луцильно-шліфувальні) або машини багаторазового удару (оббивальні). Рис також лушть на луцильних верстатах.

Зерно гречки має тригранну форму (тетраedr) і складається із темнуватої оболонки і ядра, яке, у свою чергу, складається з

насіннєвої оболонки, алейронового шару, ендосперму та зародка. Плівчастість гречки – 18–26 %. Основною метою перероблення зерна гречки є одержання найбільшої кількості крупи-ядриці, тобто цілих ядер гречки, звільнених від плодових оболонок та неколотих ядер (які не проходять через отвори решета 1,6x20 мм). Для виробництва гречаної крупи треба мати ціле, здорове зерно гречки, яке містить не більше 3 % сміттєвих домішок та не більше 3 % зернових з вологістю не більше 14,5 %. Вміст доброякісного ядра – не менше 71 %.

Характерними домішками гречки є татарська гречка (карлик), недорозвинене зерно (рудяк), дика редька та степовий горошок. Для технології крупів важливими ознаками є форма та крупність зерна, кількість і якість ядра. Базовою вважають гречку з вмістом ядра 75 % і лузги (лушпиння) – 22 %. Нормативний вихід крупів із пропареного зерна становить 67 % (ядриця першого сорту – 59 %, другого – 3 і проділу – 5 %). *Гречана крупа* характеризується високою харчовою цінністю. Білки гречаної крупи багаті важливими незамінними амінокислотами, особливо лізином. Велику цінність має мінеральний комплекс гречаної крупи. В складі мінеральних речовин значне місце належить сполукам кальцію та заліза.

Зерно проса має кулясту, овальну або овально-подовжену форму. В нижній частині ядра міститься зародок. Маса плівок становить 16–22 %, плодові та насіннєві оболонки – 7–8, зародок – 3–4, ендосперм – 68–75 % від загальної маси зерна; плівчастість проса – 16–25 %. Основним продуктом переробки проса є пшоно шліфоване – ядро проса, повністю відокремлене від квіткових плівок та частково від плодових, насіннєвих оболонок та зародка. Продукт одержують додатковим обробленням ядра – пшоно-дранця в шліфувальних машинах. Із чотирьох типів проса найбільш цінним у технології вважають біле та кремове, які відрізняються плівкою та кулястою формою зерна. Найкращим для виробництва вважають

просо крупне (схід із решета 1,8х20 мм понад 80 %) і вирівняне за розмірами.

Характерними й важко відокремлюваними домішками, близькими за розмірами та аеродинамічними властивостями до проса, є чорнушка, стоголовник, щетинник та в'юнок. Найкраще переробляти просо вологістю 13,5–14,5 %, яке піддавали сушінню. Нормативний вихід крупів становить 65 % (вищий сорт – 5 %, перший – 58, другий – 2 %). Базовим за якістю вважають просо з вмістом чистого ядра 76 % відносно маси зерна, з домішками та лушпинням – 18 %.

Зерно вівса відрізняється значною кількістю плівок. Для перероблення на крупу використовують овес круп'яний I типу білий добірний та II типу – жовтий добірний. Вологість вівса не повинна перевищувати 15,5 %, для підприємств, що не мають сушарок, – 13,5, вміст дрібних домішок (прохід через решето з отворами 1,8х20 мм) – 5, смітєвих домішок – 2,5, вміст ядра – не менше 62 % від загальної маси разом із смітєвими та зерновими домішками. Найбільш важливими технологічними ознаками вівса є наявність добре оформленого округлого ядра з мінімальним вмістом плівок. Після очищення вміст домішок у зерні не повинен перевищувати 0,3 %, у т.ч. куколю – 0,1 %.

3.2. Показники якості круп

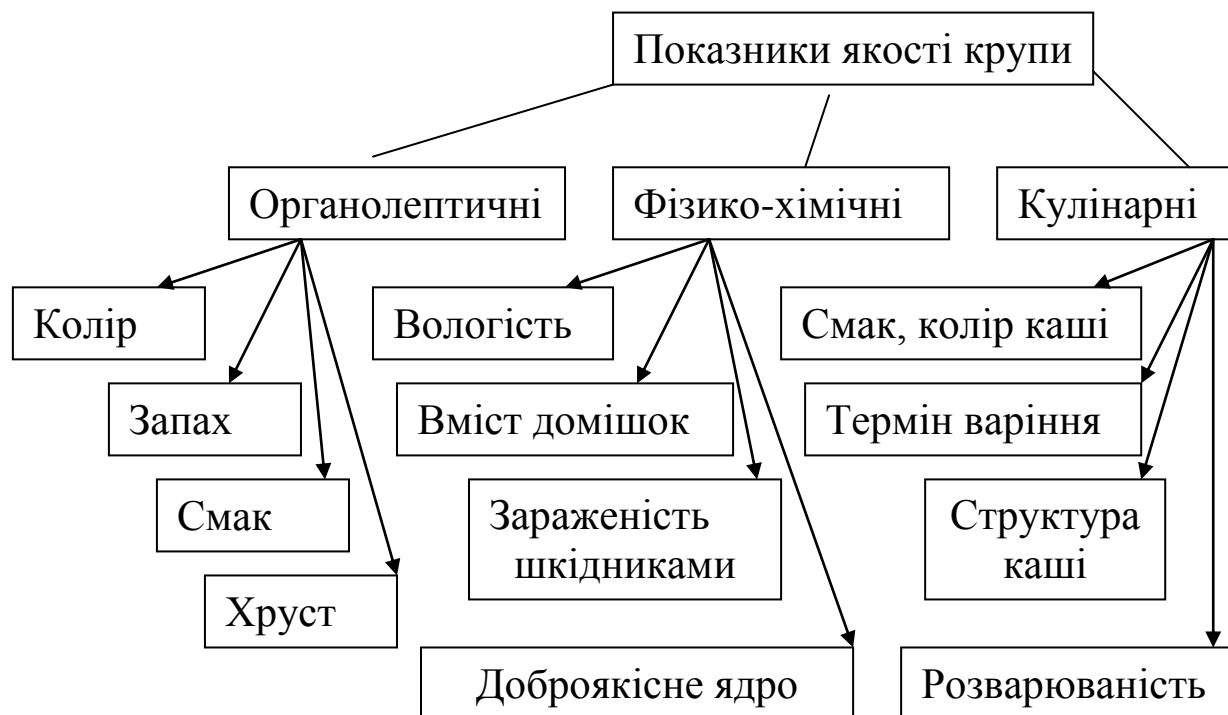
Усі крупи багаті на крохмаль і значною мірою на білки. Вони є і досить калорійними продуктами (табл.17), які при відповідній кулінарній обробці добре засвоюються організмом людини. Особливо потрібні крупи в харчуванні дітей і хворим. При оцінці якості крупи враховують такі показники: органолептичні (колір, смак, запах, наявність хрусту), вологість, наявність домішок, кількість доброякісного ядра, зараженість шкідниками, наявність металевих домішок.

Таблиця 17

Хімічний склад круп (% на абсолютно суху речовину)

Види круп	Кро- хмаль	Азо- тисті речо- вини	Жир	Клі- ткови- на	Зола	Цукор	Кало- рій- ність
Горох	66,0	26,0	2,5	2,20	2,40	0,30	330
Вівсяна	72,0	16,0	6,0	2,84	2,25	0,25	351
Гречана	81,0	12,0	2,0	2,00	2,10	0,30	325
Манна	84,2	12,7	0,9	0,24	0,54	0,96	333
Рис	88,0	6,0	0,5	0,30	0,60	0,50	326
Пшоно шліфоване	83,3	11,5	2,5	0,65	1,30	0,15	330
Перлова	85,0	9,0	1,2	1,25	1,15	0,50	325
Ячмінна	82,0	11,0	1,5	2,00	1,50	0,40	322

Для деяких видів круп передбачено визначення зольності та крупності часток (для характеристики номера круп), а також недодир в ячмінних крупах (рис. 26).

**Рис. 26. Основні показники якості круп**

Якість круп нормується стандартами. Методи визначення якості круп і відбору виїмок для складання середнього зразка також стандартизовані.

Органолептичні показники якості круп. Колір крупи залежить від роду і якості зерна, із якого вона виробляється, а також від способу його обробки. На колір крупи впливають і умови її зберігання. Темний колір крупи обумовлений недоброякісністю зерна або неправильним зберіганням крупи (при активному розвитку мікробіологічних процесів). Іноді темний колір крупи пов'язаний з технологією обробки зерна. Наприклад, ядриця із пропареного зерна має коричневий колір різних відтінків.

Запах і смак крупи повинні бути нормальними. Всякі сторонні запахи – затхлий, пліснявий – свідчать про недоброякісність крупи. Крупи, багаті на жири, при зберіганні можуть погіркнуті. Для запобігання цьому рекомендують застосовувати гідротермічну обробку крупи, в результаті якої анактивують ферменти, що обумовлюють згіркання жиру.

Зараженість шкідниками хлібних запасів. Наявність у крупах шкідників або слідів зараженості недопустима, тому що крупи є готовим продуктом для кулінарної обробки. У зв'язку з цим зараженість круп систематично контролюють на круп'яних заводах і базах. Крупа з ознаками зараженості є нестандартною і без відповідної обробки реалізуватись не може.

Вологість визначає можливість зберігати крупи. Для більшості круп вологість встановлюється стандартом в межах 12–15 %. Домішки на якість круп сильно впливають. Вони змінюють харчову цінність каші, ускладнюють зберігання круп, сприяють їх псуванню.

Загальна кількість домішок нормується стандартами. До домішок у крупі відносять смітну домішку, зіпсовані ядра, необлущені зерна, биті ядра в кількості, яка не перевищує 0,5–

1,3 % (залежно від виду та сорту крупи), борошенця та недодіру. До смітної домішки в крупах відносять мінеральну і органічну шкідливу домішки. Ці компоненти знижують її харчову якість та погіршують зберігання. Вміст окремих компонентів смітної домішки нормується стандартами. Так, загальний вміст смітної домішки не повинен перевищувати 0,5–0,7 %. Вміст мінеральних домішок допускається не більш 0,05–0,10 %, шкідливої – не більше 0,05%, в тому числі гороху та в'язелю – не більше 0,02 %.

До домішок у крупах також відносять зіпсовані ядра, ядра, які згнили, обвуглились, плісняві. Їх кількість не повинна перевищувати 0,2–0,8 %. Домішками є необлущені зерна. Ці зерна, не відокремлені від квіткових плівок (просо, овес) та від плодових оболонок (гречка), значно погіршують якість круп, харчову та смакову якість. Крім того, у крупі залишаються речовини, які не можуть засвоюватись – клітковина та геміцелюлоза, а також зольні речовини, особливо окис кремнію. Вміст необлущених зерен не повинен перевищувати 0,3–0,7 %.

Биті ядра погіршують зовнішній вид крупи, розварюються не разом з основною масою. Стандарти відносять биті зерна до зернової домішки, якщо кількість їх перевищує 0,5–13 %.

Борошенце. Це м'які частинки ядра, які проходять через металеві сита з розміром отвору $d=1,5$ мм. Борошенце погіршує зовнішній вигляд крупи, сприяє їх швидкому псуванню. Вміст борошенця не повинен перевищувати 0,3–0,5 %.

Крупність, або номер. Для багатьох круп стандарти передбачають визначення номера. Частинки ядра, однакові за розміром, одночасно розварюються, тому в крупах, які складаються із часток ядра, передбачають їх сортування за розміром. Номер крупи характеризується величиною (розміром) частинок крупи.

Кулінарна якість – це колір, смак, структура звареної каші, тривалість варіння, коефіцієнт розварюваності – відношення об'єму каші (мл) до об'єму крупи (мл), взятої для варіння. Залежно від

сортних особливостей сировини, способів обробки її та асортименту круп коефіцієнт розварюваності буває дуже різним і коливається в межах: для пшона – від 4,0 – 5,2 круп з гречки – 3,2 – 4,0; рису – 4,3 – 5,2; перлових круп – 5,5 – 6,6; вівсяних – 3,3 – 4,1.

3.3. Характеристика круп із зерна річних культур

Пшоно. Із проса звичайного виробляють крупу – пшоно шліфоване, яке одержують шляхом відокремлення квіткових плівок, частково від плодових та насінневих оболонок і зародка. Ядро характеризується шорсткою поверхнею, на місці виділеного зародка є глибока виїмка. Пшоно має овальну округлу або шароподібну форму (діаметром 1,4–2 мм). Якість крупи нормується стандартом. Згідно зі стандартом, за якістю пшоно ділиться на три сорти – вищий, перший, другий (табл.18).

Таблиця 18

Норми якості пшона різних сортів

Показник	Вищий	Перший	Другий
Доброякісне ядро, % не менше	99,2	98,7	98,0
У т.ч.: ядра биті, не менше	0,5	1,0	1,5
Смітна домішка, %, не більше	0,3	0,4	0,4
У т. ч.: мінеральна домішка, не більше	0,05	0,05	0,05
шкідлива домішка, не більше	0,05	0,05	0,05
Гірчак, в'язіль, %, не більше	0,02	0,02	0,02
Зіпсовані ядра, %, не більше	0,2	0,5	0,8
Необлущені зерна, %, не більше	0,3	0,4	0,6

Пшоно шліфоване (усіх сортів) повинно мати нормальний смак і запах, колір – жовтий різних відтінків, вологість – не більше 14 %. Пшоно швидко розварюється і набагато збільшується в об'ємі при варінні. Пшоно використовують для приготування різних видів

каш, супів, пудингів та інших страв. Його застосовують також для виробництва різних харчових концентратів.

Гречана крупа. Виробляється гречана крупа з пропареного та непропареного зерна гречки. Випускають два види гречаної крупи.

1. Ядриця – ядро гречки, відокремлене від плодових оболонок, не колоте, яке проходить через сито з діаметром отвору 1,6 x 20 мм.

2. Проділ – ядро гречки, відокремлене від плодових оболонок, розколоте на частини, які проходять через сито 1,6 x 20 мм і не проходять через металоткане сито № 08. Ядриця і проділ, які вироблені з пропареного зерна, швидко розварюються. Ядрицю розподіляють на перший і другий сорти, проділ на сорти не поділяють (табл.19).

Таблиця 19

Норми якості гречаної крупи

Показник	Ядриця і ядриця, що швидко розварюється		Проділ і проділ, що швидко розварюється
	перший сорт	другий сорт	
Доброякісне ядро, %, не менше	99,2	98,3	98,3
У т.ч.: биті ядра, не більше	3	4	-
Необлущені зерна, %, не більше	0,3	0,5	0,1
Смітна домішка, %, не більше	0,4	0,5	0,7
У т.ч.: мінеральна домішка, не більше	0,05	0,05	0,05
органічна домішка, не більше	0,05	0,05	0,05
Борошно, %, не більше	-	-	0,2
Зіпсовані ядра, %, не більше	0,2	0,4	0,5

Якість гречаних круп нормується стандартом. Крупа гречана усіх видів повинна мати нормальний смак і запах, колір білий з жовтуватим або зеленуватим відтінком, крупи, які швидко розварюються – коричневий різних відтінків. Вологість гречаних

круп для вживання – не більше 14 %, а для довгого зберігання – 13%. Крім каш, гречану крупу використовують для виготовлення супів, харчових концентратів, дитячого та дієтичного харчування.

Дієтичне гречане борошно виробляють з ядриці першого сорту, ядрицю додатково очищають в зерноочиснику, тоді миють (температура води 35...40°C) підсушують в сушарні до вологості 10 %, пропускають два рази через вальцеві верстати.

Крупність дієтичного борошна характеризується залишком на шовковому ситі №27 (не більше 2 %) і проходом через шовкове сито №38 (не менше 60 %).

Рисова крупа. Залежно від способу обробки зерна рису, крупа, що виробляється, поділяється на види: рис шліфований, рис полірований, рис дроблений. Два перші види крупи залежно від показників якості поділяють на сорти: вищий, перший і другий. Рис дроблений на сорти не поділяється.

Рис шліфований одержують шляхом обробки зерна рису на шліфувальних машинах. Зерна рису відокремлюють від квіткових плівок, плодових та насінневих оболонок і, частково, від зародку. Одержана крупа має шорстку поверхню.

Рис полірований одержують шляхом обробки шліфованого рису на полірованих машинах. Цей вид крупи виробляють із склоподібних сортів рису. Після обробки крупа повинна мати гладку яскраву поверхню.

Рис дроблений одержують при переробці рису-зерна в рис шліфований і полірований, це биті зерна рису величиною менше 2/3 нормального ядра, які не пройшли через сито з отвором 1,5 мм. Якість рисових круп нормується стандартами (табл.20). Рисова крупа всіх видів і сортів повинна мати нормальний смак і запах, колір білий з одиничними зернами інших відтінків. Вологість крупи не більше 15,5 %; для поточного використання – не більше 17 %, а для подальшого зберігання – не більше 14,0 %.

Таблиця 20

Норми якості рисової крупи

Показник	Шліфований і полірований рис сорту			Рис дроблений
	вищий	перший	другий	
Доброякісне ядро, %, не менше	99,7	99,2	98,7	98,2
У т. ч.: рис дроблений, %, не більше	4	9	13	
пожовтілі зерна рису, %	0,5	2,0	8,0	
клейкі зерна, %, не більше	1,0	2,0	5,0	—
Необлущені зерна, %, не більше	не допуск.	0,2	0,3	—
Смітна домішка, %, не більше	0,2	0,4	0,5	0,8
У т.ч. мінеральна домішка, %, не більше	0,05	0,05	0,05	0,1
Квіткові плівки, %, не більше	не допуск.	0,05	0,05	0,05

Рисова крупа добре засвоюється і має високу харчову якість. Вона швидко розварюється і дає велике збільшення в об'ємі. Каші, супи, різні види плова, пудингів із рисової крупи мають добрий смак. Рисова крупа є важливим продуктом дитячого харчування, використовується для виробництва харчових концентратів.

Вівсяна крупа виробляється із зерна вівса, яке відповідає вимогам стандарту на овес круп'яний. Залежно від способу обробки крупа вівсяна поділяється на види.

1. Крупа вівсяна пропарена недроблена, яку одержують з пропареного вівса або пропарену у крупі. Крупа цього виду повинна бути шліфована.

2. Крупа вівсяна плющена, яку одержують із шліфованої пропареної крупи.

Крупа вівсяна цих видів залежно від показників якості поділяється на два сорти – вищий і перший. Якість вівсяної крупи нормується стандартами (табл.21).

Крім того, промисловість виробляє вівсяні пластівці «Геркулес» з вівсяної шліфованої крупи вищого сорту шляхом пропарювання, розплющення та сушіння. Під час виробництва пластівців крупу додатково шліфують, відсівають борошно і сортують продукт за розміром. Подальші операції проводять за схемою одержання пластівців «Геркулес». Вівсяна крупа усіх видів і пластівці «Геркулес» повинні мати світло-жовтий колір різних відтінків, смак і запах – нормальний, притаманний вівсяній пропареній крупі. Вологість круп для подальшого зберігання не більше 12,5, а для поточного вживання – 14,0 %. Норми якості вівсяної крупи наведені в табл. 21.

Таблиця 21

Норми якості вівсяної крупи

Показники	Вищий сорт	Перший сорт	Геркулес	Вівсяні пластівці
Доброякісне ядро. %, не менше	99,0	98,5	-	-
У т.ч.: биті ядра, не більше	0,5	1,0	-	-
Необлушене зерно, %, не більше	0,4	0,7		-
Смітна домішка, %, не більше	0,3	0,7	0,35	0,25
У т.ч.: шкідлива домішка, не більше	0,05	0,05	0,05	0,05
із них: гороху та в'язелю, не більше	0,02	0,02	0,02	0,02
мінеральна домішка, не більше	0,01	0,01	0,03	0,03
квіткові плівки, не більше	0,05	0,05	0,10	0,05
Борошно, %, не більше	0,03	0,05	-	-

Для виробництва толокна овес замочують у воді, температура якої 35°C, і витримують у чанах 2 год, доводять вологість до 30 %

(вологий овес іде у варочний апарат) і обробляють парою з тиском 1,5–2,0 атм. протягом 1,5–2 год, висушують до вологості 5–6 %, охолоджують, облущують і розмелюють на вальцових верстатах. Толокно повинно мати вологість 10 %, зольність не більше 2 %, крупність помелу – залишок на шовковому ситі №27 – не більше 2 %, прохід через шовкове сито №38 – не менше 60 %. Вівсяна крупа має повноцінні білки, але має погану розварюваність і збільшення об'єму при варінні.

Ячмінна крупа. Із ячменю виробляють два види крупи – перлову і ячмінну. Ці крупи одержують з відділенням квіткової плівки, частково плодових та насінневих оболонок, а також зародка. Перлові крупи обов'язково шліфують і полірують, а ячмінні дроблять. Залежно від розміру частинок перлова крупа поділяється на п'ять номерів, а ячмінна – на три (табл.22).

Таблиця 22

Розміри перлової та ячмінної крупи

Номер крупы	Діаметр отвору (мм) двох сит для визначення		Норми проходу та залишку для кожного з двох сит (%), не менше
	проходу	залишку	
Перлова крупа			
1	3,5	3,0	80
2	3,0	2,5	80
3	2,5	2,0	80
4	2,0	1,5	80
5	1,5	0,56	80
Ячмінна крупа			
1	2,5	2,0	75
2	2,0	1,5	75
3	1,5	0,56	75

Номери перлової крупи повинні відповідати формі і розміру дробленого ядра. Перлова крупа №1 і 2 повинна мати подовжену

форму ядра з округлими кінцями, а крупа №3, 4, 5 – кулеподібну. Ячмінна крупа повинна складатися з частинок дробленого ядра різної величини і форми. Якість ячмінної крупи нормується стандартами (табл.23).

В перлових крупах може бути недодир. Ячмінна крупа має особливості вуглеводного комплексу. Крохмальні зерна ячмінних круп бубнявлють і клейстеризуються досить повільно, тому перлова крупа вариться дуже довго. Вона зберігає свою форму і не утворює зв'язану масу, тому дуже рідко використовується для варіння каш, частіше для супової засипки. Ячмінна крупа розварюється значно швидше, ніж перлова, тому її використовують для варіння каш.

Таблиця 23

Норми якості ячмінної крупи

Показник	Перлова	Ячмінна
Доброякісне ядро, %, не менше	99,6	99,0
У т.ч.: недодир, %, не більше (для перлової крупи №1,2, ячмінної – №3)	0,7	0,9
Смітна домішка, %, не більше, у тому числі мінеральна домішка, не більше	0,05	0,05
шкідлива домішка, не більше	0,05	0,05
у т.ч.: гірчак і в'язіль, не більше	0,02	0,02
Борошно, %, не більше	0,2	0,4

Пшенична крупа. Пшеничну крупу (Полтавську, Артек) одержують при переробці твердої пшениці (Дурум). Залежно від способу обробки і розмірів частинок ядра крупа пшенична поділяється на види і номери.

Крупа Полтавська буває чотирьох номерів. Крупа №1 – де зерно пшениці, відділене від зародка і частково від плодових і насіннєвих оболонок, зашліфоване, подовженої форми, з заокругленими кінцями; крупа №2 – частинки дробленого зерна пшениці, оброблені, як крупа №1, овальної форми, з округлими

кінцями; крупа №3 і 4 – частинки дробленого зерна пшениці різної величина оброблені, як крупа №1 і 2 округлої форми (табл. 24).

Крупа Артек – частинки мілко дробленого зерна пшениці, відділені повністю від зародка і частково від плодових і насінневих оболонок, частинки крупи зашліфовані. Якість крупи нормується стандартами. Крупа усіх видів і номерів повинна мати жовтий колір, смак і запах нормальний, вологість не більше 14%. Пшеничні крупи Полтавська і Артек мають високі харчові якості, вони швидко розварюються, але не дають значного збільшення в об'ємі, каші виходять смачні, розсипчасті, але щільні.

Таблиця 24

Розміри пшеничної крупи

Вид і номер крупи	Діаметр створів двох сит для визначення, мм		Норми про- ходу і залишку двох сит (мм), не менше
	проходу	залишку	
Полтавська крупа №1	3,5	3,0	—
середня №2	3,0	2,5	—
середня №3	2,5	2,0	—
мілка №4	2,0	1,5	—
Артек	1,5	—	—

Манна крупа. Манна крупа виробляється при сортовому помелі пшениці у борошно. Якість манної крупи нормується стандартом (табл.25). Крупа манна може вироблятися з м'якої пшениці (марка М), суміш м'якої і твердої (20 %), пшениць марки МТ, а також з однієї твердої пшениці (марка Т). Крупа манна усіх марок повинна мати запах і смак нормальний, без хрусту, вологість не більше 15,5 %. Манна крупа за харчовими якостями відноситься до цінних видів круп. Вона дуже широко використовується в дієтичному та дитячому харчуванні тому, що добре засвоюється.

Норми якості манної крупи

Показник	Характеристика марок		
	М	МІ	Т
Зовнішній вигляд і колір	Непрозора, борошніста крупка рівного білого кольору	Перебільшено непрозора, борошніста крупка білого кольору з наявністю напівпрозорої крупки, кремуватого або жовтого кольору	Напівпрозора ребриста крупка, кремового або жовтого кольору
Зольність в перерахуванні на суху речовину, %, не більше	0,60	0,70	0.85
Крупність: проходить через шовкове сито №23, %, не більше	8	5	5
Прохід через шовкове сито №38, %, не більше	2	1	1

Кукурудзяна крупа. У круп'яній промисловості використовується кукурудза III типу (кремнисто-жовта), IV типу (кремнисто-біла) і VI типу (напівзубоподібна біла). Із зерна кукурудзи виробляють шліфовану п'ятиномерну крупу для виробництва пластівців і мілку – для кукурудзяних паличок. Якість кукурудзяної крупи нормується стандартами (табл. 26). Крупа кукурудзяна усіх номерів повинна мати жовтий або білий колір з відтінками. Смак і запах нормальні, вологість не більше 15 %.

Крупа шліфувана із білої рисової кукурудзи розварюється протягом 40–45 хв і збільшується в об'ємі в чотири рази; крупа із жовтої зубоподібної і кремнистої кукурудзи розварюється за 50–60 хв і збільшується в об'ємі в три-чотири рази. За харчовою цінністю вона гірша, ніж крупи з пшениці, гречки і вівса.

Таблиця 26

Характеристика шліфованої кукурудзяної крупи

Номер крупи	Діаметр отворів (мм) двох сит для визначення		Норма проходу і залишку для кожного з двох сит окремо, %, не менше
	проходу	залишку	
1	4,0	3,0	80
2	3,0	2,5	80
3	2,5	2,0	80
4	2,0	1,5	80
5	1,5	0,6	80

Комбіновані види круп

Останнім часом харчова промисловість почала виробництво комбінованих круп. Більшість видів круп мають недостатньо високу харчову цінність, різний вітамінний та мінеральний склад. Для підвищення харчової цінності круп'яні продукти змішують і додають компоненти тваринницького походження – знежирене сухе молоко, яєчний білок. Знежирене молоко вміщує багато повноцінного білка, легкозасвоювані кальцій і фосфор, а також ряд вітамінів (табл. 27).

Для виробництва комбінованих круп з підвищеною харчовою цінністю використовують рис дроблений, проділ гречаний, горох колотий, ячмінну, вівсяну крупи. Крупу додатково очищають від

домішок, а у разі необхідності миють і висушують. Підготовлені компоненти пропускають через вальцові верстати і зважують у необхідному відношенні. Одержану суміш зволожують гарячою водою до 27–34 % і пресують на спеціальних машинах, надають таким чином форму, яка нагадує справжню крупу.

Таблиця 27

Вміст мінеральних речовин в комбінованих крупах

Показник	Кальцій	Фосфор	Магній	Залізо	Цинк	Йод
Добова потреба, мг	1200	1800	300	18	15	0,13
Вміст у 100 г продукту						
Здоров'я	480	267	120	7,2	6	0,09
Піонерська	480	415	120	7,2	6	0,09
Спортивна	480	461	121	7,2	6	0,10
Флотська	480	457	120	7,2	6	0,09
Задоволення добової потреби, %						
Здоров'я	40	15	40	40	40	71
Піонерська	40	23	40	40	40	72
Спортивна	40	26	40	40	40	73
Флотська	40	25	40	40	40	71

Після пресування крупу висушують, охолоджують і просівають на ситах, щоб відділити мілкі частинки борошна, яке повертають на пресування. Крупу з підвищеною харчовою цінністю виробляють різного асортименту і складу. Наприклад, крупа «Ювілейна» має склад (%): рисове борошно – 75, борошно макаронне першого сорту – 15, сухе молоко – 10; крупа «Флотська» - борошно гречане – 70, борошно ячмінне – 30; Спортивна – борошно вівсяне – 90, сухе молоко – 10.

В комбінованих крупах можна збільшувати вміст білка, а підвищений вміст в нових видах круп легкозасвоюваного молочного кальцію робить їх цінними продуктами для дитячого харчування.

У крупах, які не потребують варіння, підвищений вміст водорозчинних речовин, білки представлені в коагульованому стані, крохмаль клейстеризований, міжклітинні перетинки порушені. Крупа має достатню готовність.

Надалі в процесі сушіння варених круп частинки крохмалю ущільнюються, втрачаючи воду, вміст водорозчинних речовин зменшується. Однак білкові речовини залишаються денатурованими, природні властивості крохмалю не відновлюються. Не відновлюються також міжклітинні перетинки, зруйновані внаслідок гідролізу клітковини, геміцелюлози і пектинових речовин.

Щоб одержати крупу, яку не потрібно варити в процесі приготування каш або інших кулінарних блюд, необхідно надати їй властивості легко набухати у воді незалежно від температури. Це досягається, наприклад, за певних схем виробництва. Колоте ядро вівса доводять до вологості 28 %, потім витримують протягом 20 хв, пропарюють під тиском 0,2–0,25 МПа протягом 3 хв і сушать до вологості 7%. Зварену крупу після деякого підсушування піддають підвищеному температурному режиму в закритому ізольованому бункері і відлежуванню, а потім плющують на гладеньких валках. Плющену крупу (пластівці) сушать за температур 200°C і більше з інтенсивною циркуляцією повітря. Одержаний продукт легко вбирає воду і для використання в харчуванні його не потрібно варити. Після відновлення в гарячій воді цей продукт має приємний, злегка горіховий запах і смак та розсипну консистенцію.

Круп'яні продукти швидкого приготування вважаються сучасним видом здорового харчування, які порівняно добре

збалансовані за вмістом основних речовин, сприяють нормалізації мікрофлори кишок, характеризуються профілактичною дією у випадку деяких захворювань травного каналу, порушення обміну речовин, захворювання серцево-судинної системи. Перевагою таких продуктів є скорочення тривалості приготування і відсутність варіння деяких видів, що дає можливість максимально зберегти без суттєвих змін найцінніші компоненти сировини.

Для отримання крупів, що не потребують варіння, впроваджено технологію зірваних зерен. Принцип виробництва їх полягає у створенні таких умов, за яких перегріта вода, що утворюється всередині зерна або крупи, раптово випаровується внаслідок перепаду і зумовлює здування продукту. Ефект здування досягається нагріванням сировини в герметично закритій ємкості термічному апараті за високого тиску і миттєвого порушення герметичності апарата. Цей процес здійснюється також в апаратах, які працюють в умовах атмосферного тиску з наступним різким створенням вакууму.

Для виготовлення гречаної крупи, яка не потребує варіння, зерно гречки очищають від домішок, сортують на фракції за розміром, пропарюють за тиску 0,55–0,60 МПа протягом 6–8 хв і одночасно піддають луценню для отримання крупи. Вологість зерна після пропарювання становить 18–19 %. Потім цілі і розколоті на частини ядра гречки зривають за температури нагрівання 260°C і надлишкового тиску 1,0 МПа, охолоджують і провівають. Вологість крупи після зривання становить 6–8 %, вихід – 99,7 %. Для приготування каші крупу відновлюють під час витримки в гарячій воді для набухання протягом 3–5 хв. Готова каша має типові смак і запах та розсипну консистенцію.

Якість усіх круп визначають за органолептичними та хімічними показниками у такій послідовності: зараженість шкідниками хлібних запасів, колір, запах, смак, хруст, вологість, вміст металевих домішок, крупність (номер крупи), вміст смітних

домішок, вміст доброякісного ядра, зольність та інші характеристики для певної крупи.

3.4. Схема технологічного процесу та обладнання крупорушок сільськогосподарського типу

Круп'яні заводи України залежно від способу виробництва виробляють круп'яну продукцію, яку можна поділити на п'ять груп:

1. Крупи не подрібнені, які одержують лушенням та подальшим обробленням лущеного зерна (ядра): рис (шліфований, полірований), пшоно, ядриця гречана, вівсяна неподрібнена, горох цілий.

2. Крупи подрібнені шліфовані, які одержують відокремленням оболонок і зародка, подрібненням ядра і подальшим шліфуванням, поліруванням і сортуванням за розмірами (від 0,56 до 3,5 мм) на п'ять номерів: перлова (з ячменю), Полтавська і Артек (з пшениці), кукурудзяна шліфувана.

3. Крупи подрібнені, які одержують подрібненням чистого ядра і сортуванням за розмірами (від 0,56 до 3,5 мм) на три номери: ячна (з ячменю), з вівса, кукурудзяна.

4. Пластівці: продукт подальшої переробки крупи. З ядра чи крупи одержують також "повітряний рис", "повітряну кукурудзу" та ін.

5. Крупи підвищеної поживної цінності, які одержують на основі суміші двох-трьох видів розмеленої крупи з введенням збагачувачів тваринного чи рослинного походження.

Основні види, сорти, номери круп, їх вихід із зерна базових кондицій регламентовані Правилами організації і ведення технологічного процесу на круп'яних підприємствах.

Під час виробництва крупів одержують також значну кількість побічних продуктів і відходів (борошенце, січка, дріблянка і лушпиння), більшість яких використовують як компоненти для виробництва комбікормів.

Борошенце, січка і дріблянка, які складаються в основному із подрібнених частин ендосперму, належать до побічних продуктів. Лушпиння складається із зовнішніх оболонок (квіткові – у більшості круп'яних культур зерна, плодові – у гречки і насіннєві – у гороху), відокремлених у процесі лущення зерна. Вони містять зазвичай невелику кількість борошнистих частинок ендосперму. Лушпиння використовують для одержання кормових дріжджів, деяких хімічних речовин тощо. Частка ячмінного, вівсяного і горохового лушпиння залежно від виду зерна коливається в межах 6–26 %. Кількість борошненця значна і становить 13–40 %.

Усі способи вироблення круп ґрунтуються на механічній технології, яку в загальному вигляді можна показати такою схемою: очищення зерна від домішок → сортування очищеного зерна з крупністю → лущення, відокремлення ядра від плівок оброблення ядра в різних варіантах залежно від роду зерна і сорту одержуваної круп (дроблення, шліфування, полірування, плющення) → сортування готової продукції. Цю схему використовують на сучасних крупозаводах, часто доповнюючи її іншими способами.

Очищення зерна від домішок. Зерно, яке йде в зерноочисне відділення заводу, повинно відповідати встановленим нормам якості. Основні вимоги в зерноочисному відділенні круп'яного заводу полягають у виділенні смітної домішки із застосуванням різних машин (сепараторів, аспіраторів, трієрів, каменевідбірних і

оббивальних машин, магнітів). Зерно з елеваторів направляють в бункери зерноочисного відділення.

Основну очистку зерна проводять на повітряно-ситових сепараторах. Для виділення основної маси домішок застосовують дві, три системи послідовного пропуску зерна через сепаратори. На першій системі відбирають велику, малу і легку домішки в максимальній кількості. В сепараторах другої і третьої системи проводять подальшу очистку зерна і відсівають мілке зерно разом з мілкими домішками. Розмір і форма отворів сепараторів залежить від розмірів зерна, особливостей домішок, які є в зерні. Сита з округлими отворами встановлюють під час очистки зерна округлої форми – рису, проса, кукурудзи; з подовженими отворами для зерна подовженої форми – вівса, ячменю, пшениці; з отворами трикутної форми – для гречки. Сепаратори повинні забезпечити повне відділення крупних домішок, виділення мілких і легких домішок на 95 %.

При підготовці зерна деяких культур застосовують трієри – куколевідбірні машини для очистки вівса, ячменю, пшениці і остюколашники для пшениці, гречки. Для проса, гороху, кукурудзи і рису трієри не застосовують. Куколевідбірні машини повинні забезпечити відділення не менше 90 % коротких домішок, а остюколашники – не менше 80 % довгих домішок.

На круп'яних заводах, які переробляють ячмінь і пшеницю, застосовують оббивальні машини для очистки поверхні зерна. Замість оббивальних машин використовують також луцильно-шліфувальні машини типу ЗНШ, які поліпшують ефективність обробки поверхні зерна і менше його дроблять. Відходи, які одержують в результаті очистки зерна від домішок, контролюють і повноцінні зерна повертають на переробку.

Сортування зерна за крупністю. Перед луценням підготовлене зерно сортують на фракції за крупністю, що підвищує ефективність цієї технологічної операції. Сортування на фракції

сприяє кращому розділенню продуктів лушення і відділення чистого ядра. Кількість фракцій залежить від характеру, форми робочої зони лущильних машин і умов сортування продуктів лушення. Як правило, для подальшої роздільної переробки зерно ділять на дві фракції – крупну і мілку. Найбільш точного сортування перед лушенням потребує зерно гречки, яке ділиться на шість фракцій. Зерно на фракції розділяють за допомогою розсівів крупосортувальних машин, в яких установлюють сита з округлими або продовгуватими отворами різних розмірів. Залежності від числа фракцій необхідно встановити в машині $n-1$ різних сит.

Гідротермічна обробка зерна. Гідротермічну обробку зерна (ГТО) застосовують при підготовці круп'яних культур: гречки, вівса, гороху, пшениці, кукурудзи. Це дозволяє змінити технологічні властивості ядра, зменшити міцність оболонок, роздроблення ядра при лущенні і шліфуванні, поліпшити відділення оболонок і зародка. Біохімічні зміни, які проходять в зерні, покращують властивість крупи. Залежно від виду зерна і асортименту крупи, яка виробляється, застосовують різні методи ГТО. Для пшениці, кукурудзи використовують два методи холодного кондиціювання, а для гречки, вівса, гороху – гаряче кондиціювання із застосуванням пари.

Перший метод ГТО застосовують під час переробки пшениці та кукурудзи в дроблену крупу різних номерів, у яких оболонки щільно зрослися з ядром. Зерно зволожують водою за температури 40°C , тоді проводять відволожування протягом 0,5–3,0 год. За цей час волога проникає в периферійні шари ендосперму. Підвищена вологість оболонок сприяє кращому їх відділенню, міцність ядра при цьому практично не змінюється.

При другому методі ГТО зерно протягом 1,5–8,0 хв пропарюють в горизонтальному шнековому пропарювачі бункерної дії або в апараті періодичної дії. Обробка зерна парою приводить до швидкого зволоження і прогрівання зерна, що підвищує опір ядра,

послаблює оболонки з ядром. Після пропарювання зерно сушать, що зменшує міцність оболонок і вони краще відділяються від ядра. Завершують процес ГТО охолодженням зерна, яке сприяє додатковому зневодженню оболонок і покращує їх відділення. Для охолодження застосовують аспіраційні колонки, аспіратори, для сильно прогрітого зерна використовують охолоджувальні колонки. Після гідротермічної обробки зерно направляють на лущення.

Лущення зерна – це основна технологічна операція при виробництві круп. При лущенні відділяють квіткові оболонки рису, проса, вівса і ячменю, плодові оболонки гречки, пшениці, кукурудзи і насіннєві оболонки гороху. На круп'яних заводах використовують п'ять основних лущильних машин: вальцюдекові верстати з гумовими валками, лущильні посади, лущильні машини з абразивними дисками, оббивальні машини. Кожна з них придатна до лущення однієї або двох окремих зернових культур і не придатна для інших. Принцип дії машин можна звести до трьох основних способів дії їх робочих органів на зерно під час лущення: лущення тисками і здвигом, лущення багаторазовим ударом, лущення тертям об абразивну поверхню.

Лущення стисканням і зсувом – це спосіб, при якому на зерно діють двома робочими поверхнями, відстань між якими менше розміру зерна. Його застосовують для лущення зерна, оболонки якого не зрослися з ядром. Використовують три основні машини: вальцюдекові верстати (для проса і гречки), лущильні посади (для рису і вівса), лущильники з гумовими валками (для рису і проса).

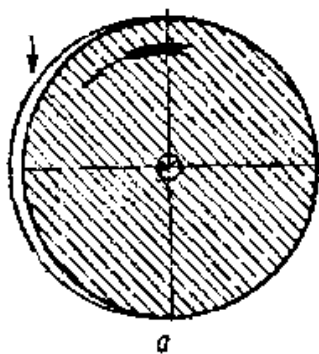
Робочими органами вальцюдекового верстата є горизонтальний циліндр (валок), що обертається, і нерухомо закріплена робоча поверхня – дека. Зерно подається в робочу зону між декою, де зазнає деформацій стискання і зсуву. При цьому частина плівок з боку валка, що обертається, одержує зсуваючого зусилля, в той час, як інша частина, притиснута до нерухомої деки – гальмуючого зусилля. При цьому плівки зерна гречки зколюються на гранях,

плівки проса подрібнюються на частини або розколюються на дві половинки (чашечки), після чого ядра вільно випадають.

Оскільки форма, анатомічна будова зерна проса і гречки і, особливо, структурно-механічні властивості оболонок різні, неоднаковий вплив на зерно досягається зміною робочого зазору при незмінній характеристиці деки і валка та вибором оптимальної швидкості валка.

Для лушення *гречки* використовують деку (рис. 27, а), у якій радіус кривизни рівний радіусу валка. Приводячи деку в робоче положення, її відсовують паралельно валку. В цьому випадку її робоча поверхня буде зміщена відносно до поверхні валка. Величина зазору серпоподібної форми в середній частині більша, ніж на краях. Максимальний зазор між валком і декою буде по лінії горизонтальна радіусу. У міру віддалення від цього радіуса зазор зменшується. Наприклад, якщо відсунути деку від валка на відстань 5 мм, то в точці прийому зерна вона становить 4,8 мм, а в точці виходу 3,5 мм.

Гречка



Просо

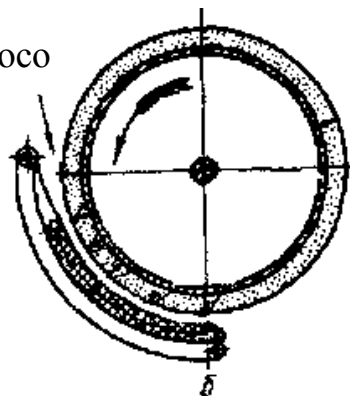


Рис. 27. Робочі органи вальцьодекових верстатів для лушення:
а – гречки; б – проса.

Під час переробки гречки першої і другої фракцій колову швидкість валка приймають 14–15 м / с, третьої і четвертої – 12 м/с, п'ятої і шостої – 10–12 м / с, а довжину дуги робочої зони деки – 180–200 мм.

Для лушення *проса* (рис. 63 в) валок виготовляють з абразивної маси, а деку з технічної гуми з прошарками тканини (корд)

віддаляють від валка, щоб зазор між ними рівномірно звужувався від точки прийому зерна до місця його виходу (клиноподібна форма). При такій формі зазору зерно в зоні лушення залежно від крупності дотикається в тій чи іншій точці до деки. При стисканні зерно зазнає з боку валка, що обертається, зсуваючого зусилля, а з боку зовнішньої деки – гальмуючого. Сили, що діють при цьому на зерно, повинні викликати напруженість, що більша межі міцності оболонки, але менша межі міцності ядра. Валки вальцюдекового верстата мають в діаметрі 600 мм і довжину дуги робочої зони деки 220–300 мм. Збільшення довжини відрізка дуги робочої зони для проса підвищує ефективність лушення. Найкращі результати при довжині дуги 300 мм і коловій швидкості валка близько 15 м/с. У разі перевищення цієї швидкості збільшується вихід подрібнених зерен – борошенця, подрібненої лузги, які потім важче відділити.

Для повного лушення проса в однодекових верстатах необхідно не менше, як трикратне застосування робочих органів з відсіюванням плівок і борошнистих частинок після кожного лушення. Тому краще використовувати дводековий верстат (рис. 28) для двократного обробітку продукту.

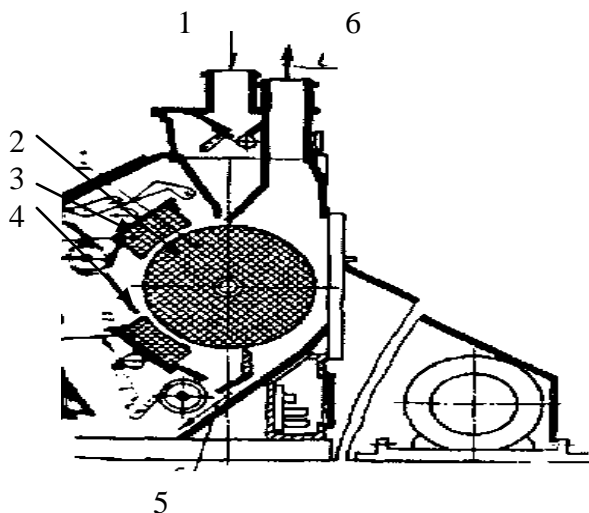


Рис. 28. Дводековий луцильний верстат: 1 – подача продукту; 2 – валок; 3 – перша дека; 4 – друга дека; 5 – вихід продукту; 6 – повітря для аспірації

В луцильниках з гумовими валками основні робочі органи – гумові валки, що обертаються назустріч один одному з різною

швидкістю (рис. 29). Величина зазору 0,6–0,8 см. Плівки, що охоплюють ядро рису, стискаються і зазнають зсуваючого зусилля. Під впливом цих сил зерно лушиться. Ступінь механічного впливу валків на зерно залежить від їх діаметра, колової швидкості, різниці швидкості валків, що швидко і повільно обертаються, відношення колових швидкостей, а також від якості і твердості гуми, середньої швидкості переміщення зернівок у робочій зоні, властивостей зерна (тип, сорт, вологість та інше). Найбільш суттєвий вплив на ефективність лушення має колова швидкість валка, що швидко обертається (для рису 9,2 м / с), швидкість валка, що обертається (6,3 м / с). Відношення швидкостей $K=1,45$.

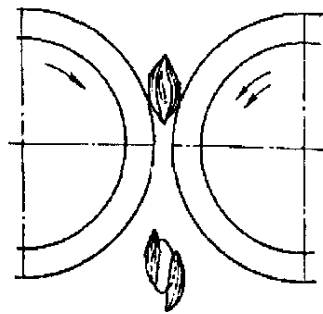


Рис. 29. Лушення рису під дією обгумованих валків

В *лущильних посадах* зерно вівса і рису обробляється між двома дисками, робоча поверхня яких покрита абразивною масою. Верхній диск нерухомий, а нижній (бігунок), паралельний верхньому, встановлений на вертикальному валу, що обертається (рис. 30). Зерно входить через отвір в центрі верхнього диску, розкидається тарілкою, потрапляє на нижній диск, що обертається, і під впливом центробіжної сили спрямовується в робочу зону. Траєкторія руху зерна має криву в напрямку від внутрішнього радіуса бігунка до його зовнішнього радіуса. При цьому зерно переміщується із всезростаючою швидкістю. Зернівка рухається з відносною швидкістю до нижнього диска, що обертається, з абсолютною швидкістю – відносно нерухомого диска.

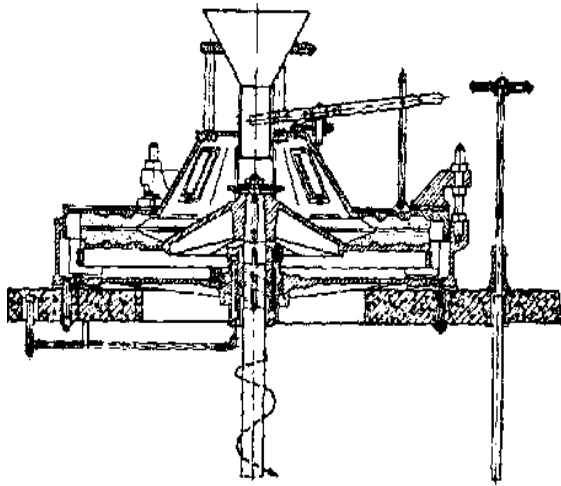


Рис. 30. Луцильний посад

Різниця в швидкостях руху і зусиллях збільшується у міру віддалення зернівки від центру диска до периферії, так оскільки при цьому підвищується колова швидкість і, відповідно, відносна швидкість. Це збільшення швидкостей і зусиль викликає складні деформації (стиснення, зсув, розколювання), внаслідок яких руйнуються оболонки і звільняється ядро. Колова швидкість на зовнішньому пружку робочої зони диска, що обертається, при первинному луценні вівса і рису 13–15 м / с, а при луценні сходових продуктів – 12 м / с.

Луцення зерна багаторазовим ударом використовують для зернових культур з міцним ядром (ячмінь, пшениця, овес). Для цього застосовують оббивальні машини з бичами, що обертаються в нерухомому циліндрі із абразивною поверхнею (рис. 31).

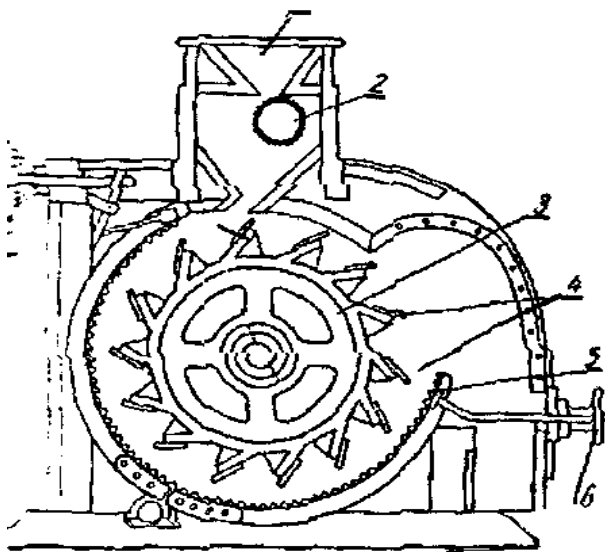


Рис. 31. Оббивальна машина:

1 – завантажувальний ківш; 2 – живильний валок; 3 – барабан; 4 – бичі; 5 – дека; 6 – штурвал

Зерно, яке потрапляє в машину, описує вздовж внутрішньої поверхні циліндра спіраль і виходить із неї. При ударі бича об зерно і відкиданні його на абразивну поверхню, воно знаходиться під дією навкісного удару і сили тертя. Силу впливу на зерно регулюють, змінюючи відстань бичів від робочої поверхні, а також їх нахилу по відносно циліндра.

Якщо режим впливу на зерно невеликий (лущення сухого зерна) слід збільшити відстань бичів від робочої поверхні і її нахил. При збільшенні нахилу зменшується довжина шляху зерна в машині, а відповідно, тривалість його обробітку та сила впливу на нього. Колову швидкість бичів установлюють з урахуванням міцності і структурно-механічних властивостей зерна культури. Зерно з вологістю вище 14 %, яке має в'язку структуру оболонок і ядра, обробляють при більших швидкостях, ніж сухе зерно. Оптимальні показники положення бичів, а також їх колові швидкості встановлюють залежно від призначення машин. Так, для ячменю першого і другого лущення: колова швидкість бичів 20–22 м / с, радіальний зазор 12–15 мм, повздовжній нахил бичів 8–10 %, тоді як для третього і четвертого лущення відповідно 18–20 м/с, 16–20 мм, 8–10%.

Лущення зерна тертям об абразивну поверхню використовують для зерна, оболонки якого міцно зрослись з ядром (ячмінь, пшениця, горох, кукурудза). Застосовують луцильно-шліфувальні машини ЗШН. Зерно поступає в простір між обертовими абразивними дисками, каменями і нерухомими перфорованими циліндрами. Завдяки інтенсивному тертю, при русі зерна в робочій зоні проходить відділення оболонок. Машини цього типу застосовують для шліфування і полірування ядра. В луцильнику безперервної дії ЗШН продукт обробляється в кільцевому просторі між дисками і металевою обичайкою.

Тривалість обробки регулюють, змінюючи переріз вихідного отвору. Зерно обробляється в заповненій робочій зоні. Відстань між

абразивними дисками і металевою обичайкою 10мм. При щільному заповненні всього об'єму робочої зони ($V=16 \text{ дм}^3$) маса продукту в машині 11,5–13,5 кг. Тривалість обробки залежить від продуктивності машини. Чим менша продуктивність машини, тим триваліша обробка в ній, і відповідно, вища ефективність лущення.

Сортування продуктів лущення. В результаті лущення зерна одержують продукти різні за якістю та харчовою цінністю: ядро, нешеретоване зерно, дроблені частинки ядра, борошенце і лузгу. Ядро (лущене зерно) – найбільш цінний продукт, який після відповідної обробки стає крупою. Нешеретоване зерно (необлушене) з невідділеними оболонками направляють на повторне лущення. Дроблене зерно має частинки розміром менше встановленого стандартом для цілої крупи. Якщо його одержують в процесі обробки рису, гречки і гороху, то після додаткової обробки використовують як харчовий продукт. Дроблене ядро, яке одержують в процесі переробки проса і вівса, використовують як цінний кормовий продукт. *Борошенце* – цінний кормовий продукт. *Лузга* використовується як кормовий продукт і для технічних цілей.

При сортуванні продуктів лущення проводять такі технологічні операції: виділяють борошенце і дроблену крупу, відсівають лузгу, відділяють ядро від нешеретованого зерна. Дроблене ядро і борошенце виділяють сортуванням в просіювальних машинах, розсівах, крупосортировках. Лузгу одвіюють в аспіраційних колонах, аспіраторах. Таким чином застосовують послідовно сортувальні машини та повітряні сепаратори, виділяють при цьому дроблене ядро, борошенце, лузгу. Дуже важко розділити основні продукти лущення на шеретовані і не шеретовані зерна через те, що фізичні властивості їх майже однакові. Для цього застосовують методи відбору ядра з використанням різниці розмірів, щільності та стану поверхні у шеретованого і нешеретованого зерна. Ядро відбирають в просіювальних машинах, трієрах.

Шліфування і полірування ядра. Після луцення зерна на поверхні ядра залишаються оболонки, які вміщують клітковину, що не засвоюється організмом людини, частково алейроновий шар і зародок. Відділення в результаті шліфування оболонок алейронового шару та зародка сприяє кращому зовнішньому вигляду крупи, підвищує її харчову цінність, поліпшує кулінарні властивості, знижує час варіння, збільшує вологопоглинальну здатність. Відділення зародка зменшує вміст жиру і тим самим поліпшує збереженість круп, тому що в процесі зберігання жир окислюється і надає продукту гіркого смаку.

В процесі виробництва круп розрізняють два види шліфування: шліфування цілого і дробленого ядра при виробництві номерної шліфованої крупи. Завдяки шліфуванню дроблене ядро набуває кулястої форми. Принцип роботи всіх машин, призначених для шліфування, заснований на багатократній інтенсивній дії абразивної і металевої поверхні робочих органів при терті частинок, в результаті чого порушується зв'язок ядра з оболонкою, оболонки стираються.

Для шліфування рису і вівса використовують шліфувальні насадки, в яких ядро обробляється в робочому просторі, що утворюється абразивним конусним барабаном, який обертається, і нерухомою ситовою металевою поверхнею. Для рису застосовують також машини, де ядро оброблюється у робочій зоні, де воно шліфується між барабанами, що обертаються, і ситовим циліндром. Для шліфування дробленої крупи використовують луцильно-шліфувальні машини АІ ЗШН-З, крім шліфування, в технології обробки деяких видів круп (рису і гороху) застосовують полірування ядра. Полірування покращує товарний вид крупи. З поверхні ядра відділяється борошенце, поверхня крупи стає гладкою, полірованою. Полірування проводять на тих же машинах, що і шліфування, або на спеціальних, які за принципом дії аналогічні шліфувальним. Робочі органи цих машин виготовляють

з м'якого матеріалу – шкіри, тканини або іншого еластичного матеріалу.

Різання (дроблення) ядра застосовують під час обробки шеретованого, а інколи і шліфованого ядра для виробництва номерної крупи (пшеничної, кукурудзяної, перлової, ячмінної). Для дроблення використовують вальцові верстати і барабанні дробилки. Залежно від вимог, які встановлені до кінцевого продукту, розрізняють два способи дроблення ядра. При першому способі, який застосовують у виробництві триномерної ячмінної і кукурудзяної круп, ядро дроблять, сортують за крупністю (номерам), в просіювальних машинах просівають для відділення оболонок і одержують готовий продукт. При другому способі, який застосовується у виробництві номерної шліфованої крупи (перлової із ячменю, Полтавської і кукурудзяної), ядро дроблять на крупні частинки, сортують на фракції за розмірами, далі кожен фракцію окремо направляють на шліфування. Режим дроблення встановлюють залежно від технологічних властивостей культури, виду крупи.

Сортування і контроль продукції – завершальний етап переробки зерна у крупу. Його мета – покращити якість крупи в результаті підвищення в ній вмісту доброякісного ядра. Вміст у готовому продукті сторонніх частин і погано оброблених зерен не повинен перебільшувати встановлених норм. Крупу провівають в аспіраторах у магнітних апаратах.

3.5. Зберігання круп

Крупи треба зберігати в тарі (мішках), яка повинна бути чистою, щільною, незараженою. Крупи можна розфасовувати і в дрібну тару (паперові мішки). Однак, якщо її треба зберігати, то слід помістити в тару з твердою основою (ящики або картонні коробки). Під час зберігання крупи захищають від зволоження і

шкідників хлібних запасів. Їх можна зберігати у складі для борошна. Крупи, які виробляють на місцевих крупорушках без застосування гідротермічної обробки, менш стійкі при зберіганні. Це особливо стосується пшона, круп з вівса, які швидко гіркнуть.

Контрольні запитання

1. Що є сировиною для виробництва круп та її асортимент?
2. Яка технологія виробництва пшона?
3. На які сорти поділяється пшоно та яка їхня якість?
4. Яка гідротермічна обробка зерна гречки?
5. На які сорти поділяється гречана крупа та якими показниками характеризується їхня якість?
6. Охарактеризувати технологію виробництва гречаної крупы.
7. На які сорти поділяються рисова крупа і якими показниками характеризується їхня якість?
8. Охарактеризувати технологію виробництва вівсяних круп.
9. Охарактеризувати технологію виробництва круп з ячменю.
10. За якими ознаками відрізняються перлові крупи від ячмінних?
11. Яка технологія виробництва пшеничних круп?
12. За якими ознаками відрізняються крупи «Полтавська» і «Артек»?
13. Як виготовляються комбіновані крупи швидкого приготування?

РОЗДІЛ IV

Хліб усьому голова!

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА

Хліб – найбільш розповсюджений продукт рослинного походження. Поряд з іншими продуктами із зерна хлібобулочні вироби є основою харчування людей.

Коли розпочали випікати хліб, точно не встановлено, але безперечно, що цей продукт – один з найдавніших. У Швейцарському національному музеї в м. Цюріху зберігається круглий хлібець віком 6000 років, знайдений археологами при розкопках на дні висохлого озера.

Еволюція хліба розпочалася із прісної кашки і коржика, що були їжею первісної людини. Після цього неусвідомлено при приготуванні хліба стали використовувати мікроорганізми, що спонтанно розвиваються у тісті. Застосування ферментації тіста, очевидно, збігається з часом з початком винайдення єгиптянами вина.

У першій половині XIX сторіччя стали випікати хліб на пресованих дріжджах, виробництво хліба у цей період носило ремісничий характер. У роки перших п'ятирічок реміснича техніка у нашій країні змінилася індустріальним виробництвом.

Найбільші і технічно оснащені хлібопекарні підприємства знаходяться в системі харчової промисловості. Другою за обсягом виробництва хлібовипікаючою організацією був Центросоюз (його підприємства розміщені в сільській місцевості, робочих селищах, невеликих містах). В останні роки значно зросла мережа приватних міні-пекарень. Частина дрібних хлібопекарень підпорядкована

системі Міністерства шляхів сполучення та інших міністерств і відомств.

У 60–70-ті роки ХХ сторіччя відбулося технічне переозброювання хлібопекарних підприємств: з'явилися стрічкові печі, бункерні тістоприготувальні агрегати, тісторозроблювальні машини нових типів, інше обладнання. Широке розповсюдження отримали установки для безтарного зберігання і транспортування борошна.

Підвищилося вироблення хлібобулочних виробів із застосуванням молочних продуктів та інших корисних додатків, поліпшився асортимент продукції, збільшився випуск виробів з сортового борошна, а з житнього та пшеничного оббивного скоротився.

До асортименту продукції хлібопекарного виробництва входять різноманітні види і сорти хлібобулочних, здобних, бубличних і сухарних виробів, а також національні та лікувально-дієтичні вироби. Ці групи включають у себе сотні найменувань, що відрізняються один від одного за сортом борошна, рецептурою, способом випічки, видом домішок і т.ін.

4.1. Харчова цінність хлібобулочних виробів

Харчова цінність хліба визначається вмістом окремих складових і енергетичною цінністю з урахуванням коефіцієнта засвоюваності. Хліб, виготовлений із різних сортів пшеничного і житнього борошна містить 40–50 % води і 60–50 % сухих речовин. До складу сухих речовин входять вуглеводи (близько 45 %), невелика кількість білків (8–9 %), а також жири, мінеральні речовини, вітаміни і кислоти. Уміст харчових речовин в хлібобулочних виробах залежить від рецептури.

Енергетична цінність хліба залежить від вмісту води (чим більше води, тим вона нижче) і від кількості окремих компонентів сухої речовини. Хлібобулочні вироби мають високу

енергетичну цінність і разом з зерновими продуктами покривають більш 40 % цілодобових енергозатрат.

Харчова цінність хліба тим вище, чим більше він задовольняє потреби організму в харчових речовинах і чим більше його хімічний склад відповідає формулі збалансованого харчування. Хлібобулочні вироби забезпечують одну третину потреби організму в білку і значну частину потреби у вуглеводах і вітамінах групи В.

Разом з тим білки хліба не є повноцінними, в них мало незамінних амінокислот лізину і метіоніну. Тому в процесі виробництва хліба підвищують його білкову цінність шляхом збагачування молочними продуктами, білками бобових і олійних культур (сої, соняшнику) та харчовим рибним борошном.

Мінеральна і вітамінна цінність хліба залежить від гатунку борошна: чим нижче гатунок, тим вище цінність хліба. Хліб відрізняється високим вмістом зольних елементів, насамперед фосфору, заліза та магнію. Найбільш дефіцитним є кальцій. Співвідношення кальцію і фосфору в хлібі дорівнює 1,0:5,5, що набагато перевищує оптимальне (1,0:1,5) і знижує засвоєння хліба організмом. Високоцінним збагачувачем у цьому відношенні є молоко і молочні продукти, що містять кальцій у найбільш легко засвоюваній людиною формі.

З метою профілактики ендемічного зобу в окремих районах країни доцільно збагачувати хліб йодом, джерелом якого є морська капуста. Для підвищення вітамінної цінності хліба, насамперед вмісту вітамінів групи В, проводять вітамінізацію борошна вищого і I сортів вітамінами РР, В₁ і В₂.

Введення до рецептури хлібобулочних виробів пшеничних зародкових пластівців дозволяє збагатити хліб незамінними амінокислотами: лізином, метіоніном, триптофаном, за вмістом яких білок зародків схожий з білком яєць, макро- і мікро-елементами, в тому числі кальцієм, залізом, калієм, магнієм, вітамінами: токоферолом, тіаміном, рибофлавіном.

Використання борошна із зерна нехлібопекарних і бобових культур (рисового борощенця, кукурудзяного, горохового і квасолевого борошна) дозволяє одержувати хліб зниженої калорійності, зі збільшеним вмістом баластних речовин, макро - і мікроелементів, вітамінів, а також сприяє економії основної сировини.

4.2. Характеристика сировини для виробництва хліба

Усю сировину, що використовується для виробництва хліба, можна поділити на дві групи: основну і додаткову. До основної сировини належать: борошно, дріжджі, сіль та вода. До додаткової сировини можна віднести різноманітні поліпшувачі смакових і поживних властивостей (цукор, жири, молоко, патоку та ін.).

Борошно. У хлібопеченні використовується борошно з пшениці і жита. У вигляді домішок до пшеничного або житнього борошна може застосовуватися борошно, отримане з інших культур (ячменю, сої, кукурудзи, вівса).

Хлібопекарні властивості пшеничного борошна визначаються наступними показниками:

- ◆ кольором борошна і його здібністю до потемніння в процесі приготування хліба;
- ◆ структурно-механічними (реологічними) властивостями тіста або сирої клейковини (силою борошна) і мірою їх зміни в процесі тістоведення;
- ◆ водопоглинальною здатністю, а саме кількістю води, яка необхідна для утворення тіста з оптимальними структурно-механічними властивостями;
- ◆ газоутворювальною здатністю, тобто здатністю борошна утворювати при бродінні тіста (за певний термін) ту або іншу кількість вуглекислого газу;
- ◆ автолітичною активністю – здатністю розкласти складні речовини борошна на більш прості водорозчинні продукти під дією

власних ферментів.

Хлібопекарні властивості житнього борошна в основному визначаються станом його вуглеводно-амілазного комплексу. Крохмаль житнього борошна в порівнянні з пшеничним крохмалем менш стійкий до нагрівання і гідролітичних процесів. Житній крохмаль клейстеризується вже при температурі 55°C; клейстеризований крохмаль легко гідролізується амілолітичними ферментами.

Житнє борошно, навіть отримане з зерна нормальної якості, на відміну від пшеничного борошна містить активну α -амілазу, яка викликає декстринізацію крохмалю в процесі випічки хліба. Для оцінки хлібопекарських властивостей житнього борошна визначають автолітичну активність, оскільки вона характеризує стан вуглеводно-амілазного комплексу.

Свіжозмелене пшеничне борошно не придатне для випічки хліба, бо воно утворює тісто, яке мажеться та розпливається, а хліб має погану якість (малий об'єм, знижений вихід і т. ін.). Таке борошно витримують (піддають улежуванню) протягом 1,5–2-х місяців для визрівання.

Під час визрівання у борошні відбувається цілий ряд процесів, які сприяють поліпшенню його хлібопекарських властивостей. Змінюється вологість борошна залежно від параметрів навколишнього повітря; світліє його колір, унаслідок окислення каротиноїдів; підвищується кислотність, в основному, за рахунок розкладу жиру і утворення жирних кислот, а також унаслідок накопичення кислих фосфатів, продуктів гідролізу білків та ін. У борошна зміцнюються структурно-механічні властивості клейковини, зменшується її розтягування і збільшується пружність.

Тривалість визрівання борошна залежить від його сорту, вологості та умов зберігання. Підвищення виходу і вологості борошна, температури його зберігання прискорює процес визрівання, бо при цьому утворюються більш сприятливі умови для окислювально-відновних процесів. Для прискорення визрівання

використовують хімічні поліпшувачі, а також пневматичне переміщення борошна за допомогою стислого і нагрітого повітря.

Визріванню піддають лише пшеничне борошно; житнє борошно під час улежування свої хлібопекарні властивості не змінює, тому визрівання не потребує.

Транспортувати борошно на підприємства і зберігати його там можна двома способами: тарним і безтарним. При тарному способі борошно зберігають і перевозять у мішках, при безтарному – перевозять в автоборошновозах, а зберігають у спеціальних ємкостях – бункерах або силосах. Безтарний спосіб має ряд переваг порівняно з тарним: він дозволяє механізувати і автоматизувати операції з розвантаження борошна, а також зменшити втрати борошна, пов'язані з його розпиленням і залишками у спорожнених мішках.

Тепер на хлібопекарних підприємствах використовується переважно безтарний спосіб зберігання борошна. Сховище безтарного зберігання борошна обладнують установками для приймання борошна (ємкостями різноманітних конструкцій і розмірів, виготовлених з металу, монолітного або збірного залізобетону); системами його внутрішньозаводського транспортування; автоматичними вагами для обліку борошна, що надходить на виробництво; просіювачами з магнітними уловлювачами. Для роботи підприємства сховище повинно забезпечувати зберігання не менш семидобового запасу борошна.

Транспортувати борошно на виробництво можна механічним, пневматичним або аерозольним транспортом. Доцільніше застосовувати аерозольне транспортування, бо воно забезпечує високу концентрацію борошна в суміші з повітрям, зменшує питомі витрати повітря і дозволяє при малих перерізах трубопроводів досягати високої продуктивності. При пневматичному транспортуванні 1 м³ повітря переміщує 5–6 кг борошна, а при аерозольному – приблизно 60–120 кг.

Вода. Для приготування хлібобулочних виробів використовують питну воду, яка відповідає вимогам діючої нормативної документації. На кожному хлібозаводі повинен бути запас холодної води, розрахований на 8 год праці підприємства, і запас гарячої води на 4 год праці.

Для приготування тіста на 100 кг борошна витрачають від 35 до 75 л води залежно від:

- виду виробів – найменшу вологість має тісто для бубличних виробів, найбільшу – для житнього хліба з оббивного борошна;
- вологості борошна – чим нижче вологість борошна, тим більше води воно вбирає при замісі;
- кількості цукру і жиру, що додають у тісто – вони немов би розріджують тісто, тому при внесенні значних кількостей цукру і жиру зменшують кількість води, що використовується при замісі.

Сіль. Застосовують сіль харчову (кухонну). Сіль вносять у тісто в кількості від 1,0 до 2,5 % до маси борошна у вигляді водного розчину 26 % концентрації. Для приготування і очистки сольового розчину застосовують солерозчинні установки.

Сіль доставляють на хлібозавод у мішках, які зберігають в окремих приміщеннях. На більшість хлібозаводів сіль доставляють насипом в самоскидах і розвантажують у резервуари із залізобетону або нержавіючої сталі. Водночас у резервуар подають воду. У сховищі утвориться розчин солі щільністю 1,16–1,20 кг/л. Це так званий «мокрый» спосіб зберігання солі. Перед подачею на виробництво розчин солі фільтрують і перекачують у видаткові чани.

Дріжджі. Для виробництва хліба використовують дріжджі пресовані, сухі, рідкі і дріжджове молоко.

Пресовані дріжджі являють собою вирощені в особливих умовах дріжджові клітки, виділені з середовища, в якому вони розмножувались. Згідно з нормативними документами їхня вологість становить 75 %, тому вони є продуктом, що швидко псується, і вимагають зберігання при температурі 0...4 °С

протягом не більш 12 діб. Важливим показником якості дріжджів є їхня підйомна сила, або швидкість підйому тіста, що характеризує здібність дріжджів розпушувати тісто. Хороші дріжджі піднімають тісто за 60–65 хв. Видаток пресованих дріжджів для приготування пшеничного тіста становить від 0,5 до 3,0 % до маси борошна. Він залежить від:

- підйомної сили дріжджів – чим вона нижче, тим більше потрібно дріжджів;

- від тривалості бродіння тіста і способу його приготування – чим більше тривалість бродіння тіста, тим менш потрібно дріжджів; для безопарного способу приготування тіста вимагається 1,5–3,0 %, а для опарного – 0,5–1,0 % дріжджів;

- від кількості цукру і жиру, що додаються у тісто за рецептурою – вони гноблять життєдіяльність дріжджів, тому для забезпечення нормального бродіння тіста потрібна більша кількість дріжджів.

Сухі дріжджі одержують з пресованих дріжджів висушуванням в певних умовах до вологості 8–10 %, завдяки чому вони можуть зберігатися тривалий час (при температурі не більш 10 °С до 1 року). Сухі дріжджі випускають двох сортів – вищого і першого. Якість сухих дріжджів залежить від початкової якості пресованих дріжджів, режимів сушки і зберігання. Підйомна сила сухих дріжджів гірше у порівнянні з пресованими – 90 хв. Сухі дріжджі застосовують у тих випадках, коли неможливо доставити на завод або зберегти пресовані дріжджі.

В останній час дріжджові заводи випускають нову товарну форму дріжджів – дріжджове молоко. Воно являє собою суспензію дріжджів у воді, отриману згущенням на сепараторах культурального середовища після вирощування у ній дріжджів. У 1 дм³ дріжджового молока повинно міститися не менш 450 г дріжджів у переліку на пресовані дріжджі з масовою часткою води 75 %.

Використання дріжджового молока економічно вигідне. Дріжджові клітини в ньому більш активні, бо не піддаються охолодженню. Із-за більшої активності дріжджових кліток видаток дріжджів для приготування тіста знижується, ліквідується ряд операцій з формування і упакування пресованих дріжджів, їх розтарювання, приготування дріжджової суспензії. Проте використання дріжджового молока зручно лише на тих підприємствах, що розміщені поблизу дріжджових заводів, бо транспортування його на більші відстані недоцільно.

Дріжджове молоко доставляють на завод в термоізованих цистернах – молоковозах, з яких воно надходить у приймальні металеві ємкості, обладнані мішалками. Тривалість зберігання дріжджового молока –півтори–дві доби за температури 6...10 °С.

Позитивний вплив на тривалість зберігання дріжджового молока виявляє його обробка консервантами (біоміцином – 5г на 1 м³ або кухонною сіллю – 8,5 кг на 1 м³). При цьому дріжджове молоко може зберігатися за 20 °С протягом 30 діб.

Рідкі дріжджі являють собою борошняне середовище, в якому містяться активні дріжджові клітини і молочнокислі бактерії. Готують їх безпосередньо на хлібозаводах. Рідкі дріжджі використовують в кількості 20–35 % до маси борошна.

Цукор. У хлібопеченні використовують цукор-пісок і цукрову пудру. Цукор-пісок додають у тісто при виготовленні паляничних і здобних виробів в кількості від 2,5 до 30 % до маси борошна; цукрову пудру застосовують для обробки поверхні здобних виробів.

Цукор-пісок має вагомий вплив на якість тіста і готових хлібо-булочних виробів. Він розріджує тісто, тому слід робити поправку на кількість води, яку вносять; його додавання в невеликій кількості (до 10 % маси борошна) прискорює бродіння тіста, в більшій кількості – пригнічує. Тому, якщо до рецептури входить багато цукру, то його вносять до тіста в кінці бродіння (як і жир). Ця операція називається *відздобленням*. Крім того, цукор покращує

смак, аромат і забарвлення хліба, підвищує його калорійність. На хлібозаводі, як правило, зберігають 15-добовий запас цукру-піску, який звичайно надходить у мішках. Можливо надходження цукру на завод у вигляді цукрового сиропу.

Жири. Для приготування більшості виробів використовують маргарин, для деяких видів здобних виробів – тваринне масло, для гірчичного хліба і гірчичних баранок – рослинну (гірчичну) олію. Рослинна олія застосовується також під час розробки тіста, для змазування листів і форм. Жири вносять у кількості 20–30 % до маси борошна. Вони підвищують калорійність виробів, покращують їхній смак, підвищують пластичність тіста, сприяють збільшенню об'єму хліба, зміцненню клейковини. У той же час вони знижують інтенсивність бродіння тіста. Бажано, щоб жири, що застосовуються у хлібопеченні, були безводними і добре емульгувались у воді, мали пластичну структуру і невисоку температуру плавлення.

4.3. Значення поліпшувачів хлібопекарських властивостей у сучасних умовах. Їх класифікація та поширення

Одним з шляхів вирішення складних технологічних задач, пов'язаних з необхідністю коригування нестабільної якості основної сировини, створенням технології приготування хлібобулочних виробів з підвищеним строком зберігання – є цілеспрямоване використання харчових добавок-поліпшувачів різних функцій та принципу дії. При цьому важливо підібрати поліпшувач з необхідними характеристиками, що дають змогу отримувати готовий продукт із заданими властивостями.

Використання поліпшувачів передбачає, з одного боку, застосування оптимальних дозувань та чіткого визначення причин дефектності борошна, тобто необхідно дослідити якість борошна і тіста з урахуванням генетичного потенціалу сорту, ґрунтово-

кліматичних та агротехнічних умов формування врожаю зерна. А з другого боку, необхідно знати механізм дії самого поліпшувача.

Як вказує А. І. Булгаков, під терміном «харчові добавки» розуміють групу речовин природного чи штучного походження, що використовують для вдосконалення технології, отримання продуктів спеціалізованого призначення, збереження чи надання харчовим продуктам необхідних якостей, підвищення стабільності або покращення органолептичних показників.

Як зазначає П.М. Плотніков вперше хімічні поліпшувачі під час випічки хліба були застосовані в Англії в 1912 р. Оскільки якість хліба значною мірою залежить від хлібопекарських властивостей борошна, особливо пшеничного, бувають настільки різноманітні, що за одного і того ж способу приготування певного виду хліба можна отримати зовсім різні результати.

У виробництві хлібобулочних виробів при використанні борошна з пониженими хлібопекарськими властивостями в усьому світі використовуються різноманітні поліпшувачі, що впливають на компоненти пшеничного тіста і ряд показників якості готових виробів: об'єм, форму, структуру та якість м'якушу, вихід, смак і аромат.

Основою для використання поліпшувачів в хлібопекарному виробництві є наукові дослідження Д. Донеллі, Ж. І. Абрамовой, А. Г. Грешнова, В. І. Дробот, Н. Рид, А. П. Нечаєва, які встановили механізм їх дії та довели доцільність їх застосування.

На думку Матвеевой І. В., застосування поліпшувачів в хлібопекарському виробництві дає змогу забезпечити ряд технологічних переваг:

- ◆ стабільну якість хлібобулочних виробів з борошна з низькими хлібопекарними властивостями;
- ◆ інтенсифікацію газоутворюючої здатності і, як наслідок збільшення об'єму і поліпшення структури м'якуша;

- ♦ поліпшення смаку та аромату виробів, більш інтенсивне забарвлення скоринки та глянець;
- ♦ стійкість виробів до глибокої заморозки;
- ♦ зниження залежності кінцевого результату від відхилень в якості борошна, додаткової сировини і параметрів технологічного процесу;
- ♦ збільшення виходу готових виробів за рахунок підвищення гігроскопічності тіста;
- ♦ збереження свіжості готових виробів.

Специфіка борошномельного виробництва ставить певні вимоги до поліпшувачів. Зокрема, якщо в хлібопекарному виробництві використовують поліпшувачі в сухому та рідкому стані, то в борошно можна добавляти лише сухі компоненти. Поліпшувач має бути тонкодиспергованим, розміри його частинок мають бути не більші від розмірів частинок борошна, щоб забезпечити точне дозування та рівномірне змішування. Його вологість та гігроскопічність мають бути низькими, колір – світлим, щоб не змінювати колір борошна, строк зберігання – не менше двох років. Нарешті, поліпшувач має бути відносно недорогим, щоб його застосування було економічно доцільним.

Як стверджує науковець А. Т. Васюкова всі поліпшувачі за механізмом дії можна умовно поділити на три групи: ті, що впливають на білково-протеїновий комплекс борошна; на вуглеводно-амілазний комплекс та добавки комбінованої дії.

Найбільш численною групою поліпшувачів є поліпшувачі окисної дії. До них відносяться бромати і йодати калію, азодикарбамід, перборати, перекис кальцію, аскорбінова кислота та ін. За їхнього використання спостерігається відбілювання м'якушки хліба в результаті окислення та знебарвлення пігментів борошна.

Особливістю поліпшувачів окисної дії є їх здатність змінювати стан білково-протеїназного комплексу борошна,

впливати на його білкові речовини (зміцнення та зниження атакуювання білка протеолітичними ферментами борошна внаслідок утворення дисульфідних зв'язків шляхом окислення суміжних сульфогідрильних груп), на активатори протеолізу (інактивація окислення сульфогідрильних груп) і на протеїназу (перетворення в неактивну форму окислення сульфогідрильних груп). У результаті цих процесів підвищується «сила» борошна, покращуються структурно механічні властивості тіста, газо- і формоутримуюча здатність, зростає об'єм.

В багатьох країнах світу у виробництві хліба протягом тривалого часу використовували добавку – бромат калію, який дозволяє значно поліпшити реологічні властивості тіста і якість хліба, особливо при використанні борошна зі слабкою клейковиною. Проте на початку 90-х років американські та японські вчені довели, що бромати є повільно діючими компонентами, залишкова кількість яких може мати шкідливий вплив на організм людини.

В останні десятиріччя в борошномельній та хлібопекарній промисловості суттєво розширилась практика використання сухої пшеничної клейковини – продукту переробки пшеничного борошна. В теперішній час у світі виробляється до 500 тис. т сухої клейковини на рік. Більше 80 % потужностей з її виробництва знаходиться в Західній Європі та США.

Ефективність застосування сухої пшеничної клейковини (СПК) ґрунтується на збільшенні водопоглинальної здатності тіста, покращанні реологічних якостей напівфабрикатів, подовженні строку збереження свіжості хліба, зменшенні крихкості м'якуша, підвищенні виходу готових виробів на 2 – 8 %, зростанні загальної хлібопекарської оцінки на 7–15 %.

СПК – продукт, що отримують методом водної екстракції небілкових речовин і розчинних білків із зерна або борошна пшениці. Специфічною властивістю клейковини є низький рівень

полярності функціональних груп. Молекули води, що оточують частки білка, відштовхуються, а молекули білків, навпаки агрегуються, утворюючи комплекси з притаманними їм в'язкістю, еластичністю і пружністю. Зміна в'язко-еластично-пружних якостей клейковини є найважливішою функціональною властивістю тіста. Вона полягає у збільшенні сили і зниженні розтяжності тіста.

Застосування сухої пшеничної клейковини та хлібопекарських поліпшувачів на її основі доцільно, при використанні борошна з пониженим вмістом клейковини, приготуванні заморожених напівфабрикатів, діабетичних сортів хліба, при виробництві висівкового хліба, борошняних кондитерських виробів. Функціональні якості сухої клейковини полягають у високій адсорбційній здатності, утворенні стабільної пружно-еластичної структури і термостійкості за температури до 85 °С.

Ферментні препарати – поліпшувачі, функціональна особливість яких полягає у форсуванні біохімічних процесів, що відбуваються під час бродіння тіста. Вони характеризуються вузькою специфічністю дії, проявляють активність у чітко визначеній послідовності, за оптимальних параметрів процесу. Основні компоненти борошна на які впливають ферментні препарати, це – крохмаль, пентозами, білки, ліпіди.

При додаванні ферментних препаратів за оптимального дозування збільшується об'єм готових виробів, покращується структура пористості, м'якуш стає більш ніжним, покращується смак та аромат хліба, скоринка набуває більш інтенсивного забарвлення та глянцею.

Як зазначає науковець В. Л. Кретович, джерелом отримання ферментних препаратів до недавнього часу були рослини, деякі органи й тканини тварин. У теперішній час ферментні препарати в промислових умовах отримують мікробіологічним шляхом, використовуючи бактерії, плісєневі гриби та дріжджі.

Ферментні препарати впливають більше на вуглеводно-амілазний комплекс. Плісєневі гриби продукують α - та β -глюкоамілазу, проте є свідчення, що деякі штами плісєневих грибів продукують також декстриназу та β -амілазу.

Основним показником якості ферментного препарату є амілолітична здатність, яка визначається кількістю гідролізованих за одиницю часу високомолекулярних сполук на одиницю маси препарату. За їхніми даними, використання ферментних препаратів дозволяє збільшити об'ємний вихід хліба на 10–12 %.

Установлено, що вплив композицій ферментних препаратів, до складу яких входять ферменти, що мають пентозаназну, амілолітичну, ліпазну та ліпоксигеназну активність є найбільш помітним. При цьому забезпечується більш розвинена тривимірна просторова структура клейковинного каркасу, що підвищує ефективність дії окислювальної системи на білкові речовини, забезпечує збільшення газотримуючої здатності тіста, покращання якості готових виробів.

У технологічному процесі приготування хліба необхідно одночасно забезпечити оптимальну газоутворюючу, газотримуючу здатність і максимально вплинути на всі компоненти тіста. Тому в хлібопекарській промисловості широко застосовуються комплексні поліпшувачі, що містять в оптимальних співвідношеннях кілька добавок різної природи та принципу дії.

Комплексні хлібопекарські поліпшувачі одночасно впливають на всі компоненти борошна та іншої сировини, що дає змогу підвищити дію кожного поліпшувача за рахунок синергізму і тим самим знизити їх витрату та спростити спосіб застосування.

За даними Російського НДІ хлібопекарської промисловості, на частку активної частини комплексного поліпшувача припадає 10–30 %, інша частина є наповнювачами: різні види борошна, суха клейковина, соєве борошно, крохмаль, цукор та ін. Вони включають від двох до восьми і більше інгредієнтів.

У хлібопеченні знайшли широке застосування поверхнево активні речовини, що здатні абсорбуватися на поверхні розділення фаз гетерогенних систем і знижувати поверхневий натяг, чим поліпшують структурно-механічні властивості тіста. Найпоширенішими з них є лецитин, моногліцериди жирних кислот, фосфатидний концентрат тощо.

Проблему низької якості клейковини зерна частково вирішують застосуванням біологічно активних натуральних добавок. Серед них найбільш поширеними в хлібопекарській справі є пектинові речовини. Додавання кавунового пектину знижує активність β -амілази та протеази, що передбачає його використання у хлібопекарному виробництві при переробці борошна із зерна, ушкодженого клопом-черепашкою. Рекомендована доза внесення яблучного та кавунового пектину становить 0,1–1,0 % від маси борошна.

Здавна для поліпшення якості пшеничного та житнього хліба використовують житній та ячмінний солод. В нашій країні солод використовують, як правило, під час приготування поживних середовищ для рідких дріжджів та при виробництві спеціальних сортів хліба.

4.4. Основні стадії виробництва хліба

Принципова технологічна схема хлібопекарного виробництва показана на рис. 32.

Підготовка основної сировини. Підготовка борошна полягає в підсортуванні окремих партій, їх просіюванні і магнітному очищенні.

У разі необхідності змішують борошно різних партій, бо окремі партії можуть значно відрізнятися за своїми хлібопекарними властивостями. Борошно зі слабкою клейковиною змішують із сильною; борошно, що темніє в процесі переробки, – з тим, що не

темніє і т. ін. Співвідношення компонентів у борошняній суміші визначає лабораторія на підставі аналізу. При цьому виходять з необхідності покращити властивості однієї партії борошна за рахунок іншої. Звичайно змішують дві або три партії борошна в простих співвідношеннях (1:1, 1:2, 1:3 і т. ін.) на спеціальних машинах – борошнозмішувачах.

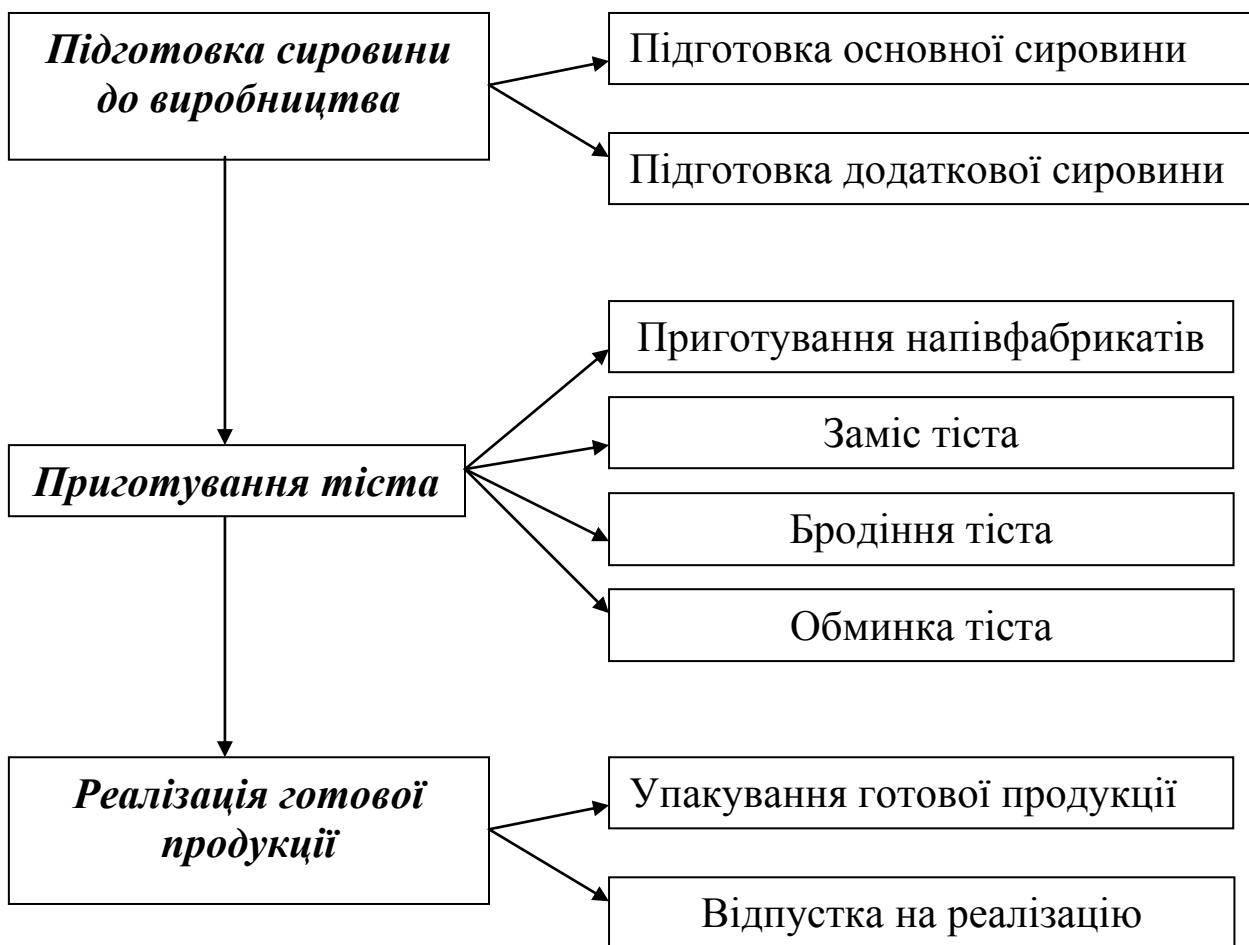


Рис. 32. Технологічна схема виробництва хлібобулочних виробів

Для просіювання борошна з метою відходу випадкових сторонніх домішок застосовують бурати, вібросита або просіювачі інших конструкцій.

Для очистки борошна від металевих домішок у вихідних каналах машин для просіювання встановлюють магнітні уловлювачі, які очищають через кожні 4 год роботи. При використанні аерозольтранспорту замість слабких постійних магнітів застосовують електромагнітні сепаратори.

Пресовані дріжджі звільняють від упаковки, грубо подрібнюють і готують однорідну суспензію дріжджів у теплій воді (температура 30...35 °С).

***Підготовка додаткової сировини.** Цукор розчинюють у воді в бачках з мішалками при температурі близько 40 °С до концентрації розчину 55 %, а після цього перекачують в збірки.*

***Жири.** Тверді жири розтоплюють у бачках з водяною сорочкою і мішалкою. Температура маргарину при цьому повинна бути не більше 40...45 °С, інакше він розшарується на жир і воду і нерівномірно розподілиться у тісті. Рідкі жири проціджують.*

Якість хліба значно покращується, якщо вносити жир у тісто у вигляді попередньо приготованої тонкодисперсної емульсії із застосуванням харчового емульгатора, наприклад, фосфатидного концентрату: маргарин – 50 %; фосфатидний концентрат (емульгатор) – 5–7 %; вода – 43–45 %. Така емульсія тривка, вона не розшаровується протягом 2–3-х діб, добре транспортується по трубах. Внесення емульсії дає змогу і уповільнити процес черствіння хліба.



Приготування тіста

У виробничій рецептурі зазначається дозування борошна, додаткової сировини, напівфабрикатів (закваски, рідких дріжджів, заварки) на заміс однієї порції опари (закваски) і тіста залежно від

***Приготування тіста.** Для кожного сорту хліба існує уніфікована рецептура, в якій вказано сорт борошна і видаток (кг) солі, дріжджів і додаткової сировини на 100 кг борошна. На її підставі лабораторія хлібозаводу складає виробничу рецептуру і технологічний режим приготування приготування виробів.*

потужності заводу, його обладнання, прийнятого способу тістотворення.

Технологічний режим приготування виробу визначається: температурою; вологістю; кислотністю; підйомною силою напівфабрикатів; тривалістю бродіння; наявністю і кількістю обминок; масою шматків тіста; тривалістю і температурним режимом розстоювання і випічки.

Під час укладання технологічного режиму враховують: хлібопекарні властивості борошна, вид і якість дріжджів, температуру в приміщенні і т. ін.

Виробничу рецептуру і технологічний режим перевіряють пробними виробничими випічками.

Приготування напівфабрикатів. До напівфабрикатів хлібопекарного виробництва відносяться рідкі дріжджі, опари та закваски. Пшеничне тісто готують на рідких дріжджах, рідких заквасках опарним і безопарним способами. Житнє тісто готують на заквасках за різними технологічними схемами.

Вода або будь-яка інша рідина використовується для формування тіста з борошна. Об'єм необхідної рідини відрізняється залежно від рецепту, але загальноприйнятим для дріжджового хліба є приблизне співвідношення однієї об'ємної частини рідини до трьох частин борошна. У рецептах, в яких використовується опара, вміст рідини може перевищувати вміст борошна. На додаток до води можуть використовуватися інші рідини, зокрема молочні продукти, фруктові соки та пиво. У складі кожної з цих рідин в хліб, як і з водою, потрапляють додаткові підсолоджувачі, жири та компоненти закваски.

Заквашування. Заквашування – це процес додавання газоподібної речовини в тісто перед випічкою, щоб отримати більш легкий хліб. Більшість хліба на Заході готується на дріжджовому тісті. Але також буває прісний хліб, який має важливе символічне значення в іудаїзмі (маца), а також оплаток, який використовується деякими християнськими церквами.

Простий метод заквашування тіста для хліба – використання хімічних речовин для отримання газоподібних речовин в тісті. Існує два найпоширеніших методи. По-перше, можна використовувати розпушувач або борошно, до складу якого входить розпушувач. По-друге, можна використовувати такий кислотний інгредієнт, як маслянка, і додати харчову соду. Результатом реакції кислоти і соди буде газоподібна речовина.

Хімічно заквашений хліб також називають «швидким хлібом» і «хлібом на соді». Цей метод широко використовується при випічці кексів і солодкого бананового хліба.

Багато сортів хліба заквашують на грибкових дріжджах. Дріжджі викликають бродіння вуглеводів в борошні і цукрі, при цьому виділяється діоксид вуглецю. Більшість виробників і пекарень в Європі та США використовують для тіста хлібопекарські дріжджі. Вони дають постійний, швидкий і випробуваний результат. Менш поширеною є дріжджова закваска на основі квіток хмелю. Такий спосіб заквашування менш зручний для промислового виробництва (тісто підходить значно довше і іноді спостерігається його закисання), проте хліб на хмелю вважається кориснішим для людини і тому виробляється в невеликих кількостях як дієтичний продукт. Як хлібопекарські дріжджі, так і метод випікання хліба із сухою закваскою дотримуються однакового шаблону. Вода змішується з борошном, сіллю і розпушувачем (хлібопекарські дріжджі або суха закваска). Інші добавки (спеції, трави, жири, зерна, фрукти і т. д.) не є необхідними для хлібобулочних виробів, але часто використовуються. Замішаному тісту дають піднятися один або більше разів (довший час підйому забезпечує кращий смак, тому пекарі часто збивають тісто і дають йому піднятися знову), потім надають тісту форму батонів або закладають у хлібопекарські форми і, можливо, після додаткового підйому тіста хліб випікають.

Багато сортів хліба (такі, як відомий французький багет) роблять з безопарного тіста, всі компоненти якого відразу

змішуються разом, і після підйому тісто випікається. В інших випадках тісто може бути зроблено на опарі, для якої певна кількість борошна, води і закваски змішують і дають бродити певний час. У день випікання додаються інші інгредієнти, а друга частина процесу збігається з випічкою з безопарного тіста. В такому випадку виходить смачніший хліб з кращою текстурою. Багато пекарів уважають, що тісто на опарі є компромісом між надійними результатами хлібопекарських дріжджів і смаком складністю більш довгого бродіння. Це також дає змогу під час випічки використовувати мінімальну кількість хлібопекарських дріжджів, які спочатку після появи були дефіцитним товаром і коштували досить дорого.

Закваска. Кислий смак закваски і хліба на її основі з'являється не від дріжджів, а від молочнокислих бактерій, з якими дріжджі живуть в симбіозі. Молочнокислі бактерії харчуються побічними продуктами бродіння дріжджів і, в свою чергу, роблять культуру в цілому кислішою, виділяючи молочну кислоту, яка не дає заквасці зіпсуватися (оскільки більшість мікробів не здатні вижити в кислотному середовищі). Спочатку весь хліб готувався на заквасці, а процес заквашування залишався незрозумілим до XIX століття, коли за допомогою мікроскопа вчені змогли виявити мікроби, які змушують тісто підніматися.

З XIX ст.. проводилася селекція і культивування дріжджів з метою підвищення надійності і швидкості ферментації. Потім мільярди цих клітин пакували і продавали як хлібопекарські дріжджі. Хліб, зроблений на основі таких дріжджів не кислий, оскільки в ньому немає молочнокислих бактерій. Пекарі по всьому світу швидко прийняли ці дріжджі, оскільки випікання хліба з їх допомогою ставало простим, а функціонування пекарні стало гнучкішим. Крім того, процес випікання став більш швидким, що дало можливість пекарням випікати свіжий хліб тричі на день.

Тоді як пекарні в Європі продовжували пекти хліб на основі закваски, в США закваску повсюдно замінювали дріжджами. У

СРСР перший завод з виробництва кормових дріжджів побудований в 1935 р. Вихідної сировиною на ньому слугували відходи целюлозної і деревообробної промисловості, бавовняне лушпиння, кошики соняшнику, стрижні кукурудзяних качанів, бурякова меляса, картопляна мезга, виноградні вичавки, пивна дробина, а також барда спиртових виробництв. Найперші дріжджі були вирощені на деревині, яку подрібнювали і піддавали гідролізу. Целюлоза перетворювалася на цукор. Потім сироп очищали, додавали мінеральні солі і перекачували в ферментер. Коли врожай дозрівав, мікробна маса спрямовувалася на очищення і сушку. Виходив порошок, що містив більше 50 % білка. З 1947 р. цей порошок почали використовувати в хлібопекарській промисловості для того, щоб отримати швидкий і дешевий хліб. Тісто на природних дріжджах (як солодових, так і хмелевих) дозріває набагато повільніше. Вартість закваски з хмелю та солоду вище.

4.4.1. Способи приготування пшеничного тіста

Пшеничне тісто готують опарним і безопарним способом.



Опарний спосіб складається з двох етапів – приготування опари і тіста.

Для опари беруть частину борошна, частину води і всю кількість дріжджів (0,5–1,0 % до маси борошна).

За консистенцією опара більш рідка, ніж тісто (рис. 33). Тривалість її бродіння 3,5–4,5 год. На готовій опарі замішують тісто, додаючи частину борошна, що залишилося, воду та іншу сировину.

Рис. 33. Приготування опари

Бродіння тіста продовжується 1,0–1,5 год. У процесі бродіння тісто із сортового борошна піддають одній або двом обминкам, перед останньою здійснюють відздобку за наявністю і кількістю обминок; масою шматків тіста; тривалістю і температурним режимом розстоювання і випічки.

Безопарним способом тісто замішують в один прийом одразу з усієї сировини, передбаченої рецептурою. Видаток пресованих дріжджів при цьому становить 2,0–2,5 % до маси борошна, тривалість бродіння тіста – 3–4 год. В процесі бродіння проводять дві–три обминки, останню – за 30–40 хв до розробки тіста. Перед останньою обминкою проводять відздобку тіста. Безопарним способом звичайно готують ситнички, московські калачі, московські булочки, ріжки, рогалики, а також хліб з борошна вищого і 1 гатунків з низькою кислотністю.

При укладанні технологічного режиму враховують: хлібопекарні властивості борошна, вид і якість дріжджів, температуру в приміщенні і т. ін. Виробничу рецептуру і технологічний режим перевіряють пробними виробничими випічками.

Опари можуть бути густими, рідкими і дуже густими. Розрізняються вони кількістю борошна і води, що беруть для їхнього приготування.

Для приготування густої опари з вологістю 45–48 % беруть половину борошна, $\frac{2}{3}$ води від їхнього загального видатку на тісто і всю кількість дріжджів.

Рідкі опари готують з умістом води 65–75 %. Для їхнього приготування використовують усю воду і 20–35 % борошна. Рідкі опари більш транспортабельні, ніж густі, їх легко перекачувати трубами за допомогою насосів. Вони легко дозуються, в них більш інтенсивно протікає процес дозрівання. До рідких опар можна додавати різноманітні поліпшувачі, охолоджувати або нагрівати масу опари.

Останнім часом тісто готують на великій густій опарі (вологість 41–44%) із скороченою тривалістю бродіння перед розробкою. В цьому випадку опара повинна бути сильною, зрілою, тому на її заміс беруть 65–70 % борошна. Тривалість бродіння 4,0–4,5 год. Замішане з доданням усіх компонентів тісто бродить 20–25 хв (іноді до 40 хв). Перевагою такого варіанта буде скорочений цикл приготування тіста.

Опарний спосіб більш тривалий, ніж безопарний, але він більш розповсюджений, бо дозволяє одержати хліб більш вищої якості (краще смак, аромат, пористість хліба) унаслідок більш глибокого проходження процесів дозрівання тіста. Він вимагає меншого видатку дріжджів і володіє технологічною гнучкістю, що дає змогу краще враховувати хлібопекарні властивості борошна.

Застосування рідких дріжджів і заквасок при приготуванні пшеничного тіста. Рідкі дріжджі та рідкі закваски являють собою поживне середовище з клітками мікроорганізмів.

Поживним середовищем для *рідких заквасок* є оцукрена заварка, тобто водно-борошняна суміш, нагріта до 65...75 °С для *клеїстеризації* крохмалю. До неї додають білий солод як джерело ферментів, які розкладають крохмаль з максимальним утворенням цукрів. Мікрофлора рідких заквасок представлена, в основному, несправжніми молочнокислими бактеріями і деякою кількістю дріжджів. Тому пшеничний хліб, приготований на рідких заквасках, має високу кислотність. Рідкі закваски застосовують для отримання пшеничного хліба з оббивного борошна.

Поживним середовищем для *рідких дріжджів* є заквашена заварка, тобто оцукрена заварка, в якій при температурі 48...50 °С розвиваються молочнокислі бактерії, що виробляють молочну кислоту. Надалі отриману суміш охолоджують до 28...30 °С і використовують у вигляді поживного середовища для розмноження дріжджів. Мікрофлора рідких дріжджів – справжні молочнокислі бактерії і дріжджі, причому дріжджі переважають.

Рідкі дріжджі використовують для приготування хліба з пшеничного борошна вищого, I і II гатунків, оскільки в цьому випадку не спостерігається небажаного підвищення кислотності.

Рідкі дріжджі та заварки можна використовувати для приготування пшеничного хліба будь-яким способом – опарним і безопарним. Їхній видаток – 20–35 % від маси борошна. Рідкі дріжджі можна використовувати у суміші з пресованими дріжджами (наприклад, 1,0–1,5 % пресованих дріжджів і 8–15 % рідких).

4.4.2. Способи приготування житнього тіста

Житнє тісто повинно володіти високою кислотністю, інакше клейстеризований крохмаль житнього борошна, який легко атакується активною α -амілазою, буде розкладений при випічці з утворенням великої кількості декстринів. М'якушка хліба при цьому стає липкою на дотик і заминається.

Висока кислотність не тільки сприяє поліпшенню фізичних властивостей тіста, але і надає житньому хлібові специфічний смак і аромат. Тому житнє тісто готують на заквасках, що забезпечують інтенсивне кислотоутворення. Закваска в цьому випадку – це порція спілого тіста, приготована без солі, яка містить активні молочнокислі бактерії – як справжні, так і несправжні. Крім молочнокислих бактерій до складу закваски входить невелика кількість дріжджів. Залежно від вологості закваски можуть бути:

- ◆ густими (вологість 50 %),
- ◆ менш густими (вологість 60 %);
- ◆ рідкими (вологість 70–80 %).

Приготування житнього тіста на густих заквасках. У приготуванні тіста розрізняють два цикли: розводковий і виробничий.

Розводковий цикл – це процес приготування нової закваски. Він застосовується при погіршенні якості наявних заквасок. Нову закваску готують в три етапи, одержуючи послідовно дріжджову,

проміжну і початкову закваски. При цьому збільшується їхня маса і накопичується у борошняному середовищі молочнокислих бактерій і дріжджів. Загальна тривалість розводочного циклу 12–14 год, температура бродіння заквасок послідовно збільшується з 25 до 28 °С.

Для отримання *дріжджової* закваски готують тісто з борошна, води і виробничої закваски попереднього приготування, що є джерелом молочнокислих бактерій. Унаслідок бродіння, коли кислотність досягне необхідного значення, одержують дріжджову закваску. Її освіжають і збільшують масу шляхом внесення додатково більшої, ніж на першому етапі, кількості борошна. Масу знов піддають бродінню, одержуючи *проміжну* закваску, в яку вносять борошняне харчування і знову виброджують. Так утворюється *початкова* закваска. Джерело мікрофлори в розводковому циклі – розмножені в лабораторії чисті культури дріжджів і молочнокислі бактерії.

Виробничий цикл – приготування виробничої закваски й отримання тіста. Виробничу закваску одержують з початкової, ділять її на три частини, з яких дві ідуть на приготування двох порцій тіста, а третю порцію використовують для поновлення виробничої закваски, додаючи в неї борошно і воду. У процесі бродіння, що продовжується 3,5–4 год при температурі 28 °С, закваска відновлює свою кислотність і склад бродильної мікрофлори. Її знову ділять на три частини, з яких 2/3 ідуть для приготування тіста, а 1/3 – на поновлення закваски. Виробничий цикл повторюється.

Для приготування тіста у закваску додають борошно, воду, сіль та інші компоненти. Бродіння ведуть 1,0–1,5 год при температурі 28...30 °С до кислотності 9–12 град. За виробничим циклом завод може працювати місяцями.

Приготування житнього тіста на рідких заквасках. Рідкі закваски зручніші в застосуванні. Вони більш текучі і легко транспортуються по трубопроводах. Тому ряд хлібозаводів працює

на рідких заквасках. Існує декілька технологічних схем виробництва житнього хліба на рідких заквасках: Саратовська, Іванівська, універсальна. Ці схеми відрізняються одна від одної складом бродильної мікрофлори, технологією розводкового циклу і складом харчування виробничої закваски.

Саратовська схема передбачає використання гомоферментативних молочнокислих бактерій, дріжджі у розводковому циклі не застосовуються, що знижує підйомну силу закваски.

За Іванівською схемою у розводочному циклі використовують чисті культури дріжджів (Іванівська раса) і гетероферментативні молочнокислі бактерії. До складу поживного середовища входять оцукрена борошняна заварка, вода і борошно. Виробничий цикл приготування закваски і тіста такий: через дві години бродіння відбирають 1/2 готової закваски кислотністю 10–11° для приготування тіста, а до половини, що залишилася, додають поживне середовище для відновлення закваски. Температура заквасок і тіста 28...30 °С.

Заміс тіста

Заміс є короткою, але важливою технологічною операцією. Його тривалість для пшеничного тіста становить 7–8 хв, для житнього – 5–7 хв.

Мета замісу – отримати однорідну масу тіста з певними фізичними властивостями. При замісі водночас відбуваються фізико-хімічні і колоїдні процеси, що взаємно впливають один на одного. Колоїдні процеси пов'язані з бубнявінням білків і крохмалю пшеничного борошна. Нерозчинні у воді білки борошна зв'язують воду у кількості, приблизно в два рази більшою у порівнянні зі своєю масою, і набухають. Унаслідок цього утворюється клейковинний каркас тіста губчастої структури, що визначає розтягування й еластичність тіста. Крохмаль зв'язує воду у кількості близько 30 % від своєї маси. Але оскільки у борошні

крохмалю значно більше, ніж білків, кількість води, зв'язаної білками і крохмалем, приблизно однакова. Набубнявілі зерна крохмалю і частки оболонки розподіляються всередині клейковинного каркасу.

Унаслідок механічного перемішування набубнявілі частки злипаються у суцільну масу і утворюється тісто. Однак надмірний заміс може викликати зруйнування вже утвореної структури тіста, що призведе до погіршення якості хліба.

Після замісу тісто проходить три фази: тверду, рідку і газоподібну. У газоподібну фазу виділяються пухирчики повітря, захоплені тістом під час замісу. Склад твердої і рідкої фаз у пшеничному і житньому тісті має деякі відмінності.

У пшеничному тісті тверда фаза представлена набубнявілими нерозчинними у воді білками, зернами крохмалю і частками оболонки. Вона переважає над рідкою фазою, до складу якої входять водорозчинні речовини (цукор, сіль, водорозчинні білки та ін.). Основна частина рідкої фази пшеничного тіста зв'язана набухлими білками.

У житньому тісті тверда фаза складається з невеликої кількості обмежено набубнявілих білків (2–3 %), крохмалю і часток висівків. Клейковинного каркасу в житньому тісті немає. До складу рідкої фази входять білки, що необмежено бубнявляють (до 97 %), слизи і велика кількість декстринів та інших речовин. Значний вміст декстринів і цукрів в житньому тісті зумовлений тим, що крохмаль жита дуже легко й інтенсивно розщеплюється під дією α і β -амілаз житнього борошна.

Тому структурно-механічні властивості пшеничного і житнього тіста різні: пшеничне тісто еластичне, пружне, а житнє – в'язке, пластичне. Структурно-механічні властивості житнього тіста в значній мірі залежать від його кислотності: її підвищення до 10–12 ° (кінцева кислотність пшеничного тесту – 7 °) збільшує частку твердої фази, робить тісто менш в'язким за рахунок повільного розкладання крохмалю і зниження утворення декстринів, що надають тісту липкість.

За характером замісу тісто буває періодичним та безперервним, а за ступенем механічної обробки – звичайним та інтенсивним. Тістомісильні машини періодичної дії залишають окремі порції тіста через визначений період часу. В тістомісильних машинах безперервної дії надходження сировини у чан для замісу тіста і вивантажування відбувається безперервно.

Заміс звичайної інтенсивності припиняють при отриманні однорідного тіста, що не липне до рук. Заміс підвищеної інтенсивності передбачає подальшу додаткову механічну обробку тіста. Заміс підвищеної інтенсивності або просто інтенсивний має велике значення. Посилена механічна обробка тіста прискорює утворення клейковини, послаблює структуру білків, ушкоджує зерна крохмалю.

Білки та крохмаль тіста після інтенсивного замісу стають більш доступними для дії ферментів, які прискорюють процеси бродіння та дозрівання тіста. Інтенсивний заміс робить тісто більш пластичним і в'язким, менш пружним. Фізичні властивості та склад тіста після інтенсивного замісу наближуються до властивостей тіста, що вибродило: у ньому збільшується кількість водорозчинних речовин і цукру та більш міцно зв'язується волога. При цьому об'єм виробу збільшується на 10–20 %, м'якушка стає більш еластичною, пористість дрібною та рівномірною, скоринка фарбується інтенсивно, сповільнюється черствіння. Ступінь інтенсивності замісу залежить від температури тіста, дозування опари та сили борошна: чим сильніша мука, тим вища температура тіста і більша доза опари, тим більш інтенсивно замішують тісто. Особливо високою повинна бути інтенсивність замісу при клейковині, що кришиться та коротко рветься. У разі дуже великої інтенсивності замісу тіста клейковинний каркас руйнується, тісто втрачає пружність, стає липким. Рекомендується така інтенсивність замісу: при замісі тіста з борошна зі слабкою клейковиною – 15–25, середньою – 25–40, сильною – 40–50 Дж / кг.

У виробництві житньо-пшеничного та житнього тіста інтенсивний заміс має позитивне значення. Таке тісто у результаті слабкої структури білків потребує меншої механічної обробки.

Бродіння тіста

Бродіння тіста охоплює період часу з моменту замісу тіста до розподілу його на шматки.

Мета бродіння – розпушування тіста, надання йому певних фізичних властивостей, необхідних для наступних операцій, а також накопичування речовин, що зумовлюють смак, аромат і забарвлення хліба.

Комплекс процесів, що водночас відбуваються на стадії бродіння і впливають один на одного, об'єднують загальним поняттям *достигання* тіста. Достигання включає в себе мікробіологічні (спиртове і молочнокисле бродіння), колоїдні, фізичні та біохімічні процеси.

Спиртове бродіння, унаслідок якого цукри перетворюються у спирт і вуглекислий газ, викликається дріжджами. Джерелом цукрів є власні цукри борошна, а також крохмаль, який розщеплюється до мальтози. Швидкість бродіння залежить від температури, кислотності середовища, якості дріжджів. Воно прискорюється при збільшенні кількості дріжджів і підвищенні їхньої активності, при достатньому вмісті цукрів, що зброджуються, амінокислот, мінеральних речовин, вітамінів. Висока концентрація у тісті солі, цукру, жиру гальмує газоутворення. Бродіння прискорюється при додаванні у тісто амілолітичних ферментних препаратів.

Молочнокисле бродіння викликається молочнокислими бактеріями, які потрапляють у тісто з повітря, з борошном. Вони розщеплюють глюкозу до молочної кислоти. У пшеничному тісті переважає спиртове, а в житньому – молочнокисле бродіння.

Унаслідок підвищення кислотності тіста прискорюється бубнявіння білків, сповільнюється розклад крохмалю до декстринів і мальтози, що вкрай важливо при переробці пшеничного борошна з пророслого зерна і хліба. Тому кислотність тіста є ознакою його дозрівання, а кислотність хліба – одним з показників його якості, включених у стандарт.

Колоїдні процеси, які почалися на стадії замісу, продовжуються під час бродіння. У борошна із сильною клейковиною білки до кінця бродіння бубнявлють обмежено, при цьому властивості тіста покращуються; у борошна зі слабкою клейковиною білки бубнявлють необмежено, тісто розріджується, тому тривалість бродіння тіста з такого борошна повинна бути скорочена.

Унаслідок фізичних процесів тісто насичується вуглекислим газом, збільшується його об'єм і температура підвищується на 1...2 °С.

Біохімічні процеси є одними з найважливіших, бо від них залежать і мікробіологічні, і колоїдні, і фізичні процеси. Вони полягають в розщепленні складових компонентів борошна (білків і крохмалю) під дією ферментів борошна, дріжджів та інших мікроорганізмів. При цьому бажаний певний ступінь протеолізу, бо він веде до отримання достатньо пружного і еластичного тіста, яке володіє оптимальними властивостями для отримання якісного хліба. Крім того, продукти розкладу білків на стадії випічки беруть участь в утворенні кольору, смаку і аромату хліба. При інтенсивному розкладі білків, особливо в слабкому борошні, тісто розпливається і хліб одержується незадовільної якості. При розщепленні крохмалю ферментами утворюється мальтоза (5–6 % до маси борошна), яка витрачається на бродіння тіста і бере участь у процесі випічки, визначаючи смак і аромат хліба.

Інтенсивність проходження всіх процесів залежить від температури. Оптимальна температура для спиртового бродіння – 35 °С, для молочнокислого – 35...40 °С, тому підвищення

температури призводить до зростання кислотності. Крім того, підвищена температура підсилює біохімічні процеси, ослабляє клейковину. Оптимальна температура бродіння тіста – 26...32 °С. Підвищену температуру бажано використовувати для приготування тіста із сильного борошна; тісто із слабого борошна краще готувати при більш низькій температурі. Таким чином, температура є основним фактором, який регулює хід технологічного процесу приготування тіста.

Обминка тіста. Під час бродіння тісто піддається обминці, тобто короткочасному повторному промісу протягом 1,5–2 хв. При цьому відбувається рівномірний розподіл пухирчиків вуглекислого газу у масі тіста, покращується його якість, м'якушка хліба набуває дрібної, тонкостінної і рівномірної пористості.

Приготування готової продукції



Розподіл тіста на шматки

Розробка тіста. Терміном «розробка» позначають ряд операцій подальшої обробки тіста, що вибродило. Розробка *пшеничного тіста* включає до себе:

- ◆ розподіл тіста на шматки;
- ◆ округлення;
- ◆ попереднє розстоювання;
- ◆ формування (закатку) тістових заготовок;
- ◆ остточне розстоювання.

Розробка *житнього тіста* складається з таких етапів:

- ◆ розподіл тіста на шматки;
- ◆ формування (округлення або закатка) тістових заготовок;
- ◆ остаточне розстоювання.

Крім основних етапів розробка тіста складається з допоміжних операцій (посадка тістових заготовок у розстоювальну шафу та

їхнє вивантаження, надрізання заготовок після остаточного розстоювання, посадка їх у піч).

Різниця у розробці пшеничного і житнього тіста зумовлена різницями в їхніх властивостях. Житнє тісто не має клейковинного скелету і більш пластичне. Воно володіє підвищеними властивостями прилипання, для нього необхідна мінімальна механічна обробка. Пшеничне тісто пружне і вимагає більш інтенсивного механічного впливу. Багаторазова обробка пшеничного тіста необхідна для отримання однорідної структури у всій масі шматка, унаслідок чого хліб одержується з рівною, дрібною пористістю.

Розподіл тіста на шматки. Мета операції – отримання заданої маси хліба. Для цього застосовують мірні кишені (тісто поршнем нагнітається в мірну кишеню із заслінкою, а після цього виштовхується звідти іншим поршнем на транспортер) або відрізають (штампують) шматки тіста певних розмірів. Допустиме відхилення маси окремих шматків не повинно перевищувати +1,5 %. Маса шматка тіста повинна бути на 10–15 % більше маси хліба, що охолонув, оскільки під час випічки й охолодження маса виробу зменшується.

Округлення шматків тіста (надання шматкам тіста кулястої форми). Мета операції – поліпшення структури тіста для отримання виробів з хорошою пористістю м'якушки. При випічці круглих подових виробів округлення водночас є остаточним формуванням, після цього тістові заготовки поступають на остаточне розстоювання. Для інших виробів округлення є першою операцією формування.

Округлюють тісто на округлювальних машинах різних видів: з конічною, циліндричною і плоскою робочою поверхнею. В машинах першої групи (рис. 34, а), найбільш розповсюджених, тістова заготовка через вирву 1 падає на дно конічної чаші, що обертається. У середині чаші установлений нерухомий спіральний жолоб 2. Тісто захоплюється внутрішньою поверхнею чаші,

переміщується по жолобу вгору, здійснюючи при цьому складний рух, і набирає форму кулі. В машинах другої групи (рис. 34, б) округлення здійснюється за рахунок руху шматка тіста між циліндричними поверхнями двох барабанів 1 і 2, які ексцентрично розташовані один в одному і обертаються в протилежних напрямках. В машинах третьої групи (рис. 34, в) округлення проводиться плоскими рухомими стрічками трьох транспортерів (1–3), два з яких (1 і 2) встановлені під кутом до горизонтального транспортера 3. Стрічки транспортерів рухаються з різною швидкістю в протилежних напрямках.

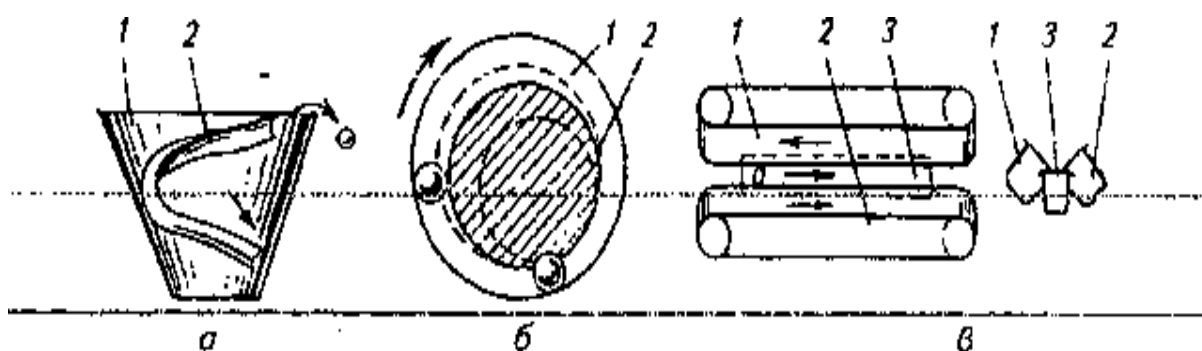


Рис. 34. Схеми тістоокруглювальних машин:

а – конічної; *б* – циліндричної; *в* – плоскої



Попереднє розстоювання. Це процес відлежування шматків тіста протягом 5–8 хв, унаслідок якого послаблюються виниклі в тісті при діленні й округленні внутрішні напруги і відновлюються частково зруйновані окремі ланки клейковинного структурного каркасу.

Попереднє розстоювання Попереднє розстоювання здійснюється на стрічкових транспортерах або в шафах попереднього

розстоювання, які входять до складу потокових ліній. Бродіння на цій стадії не відіграє значущої ролі, тому тут не потрібно утворювати особливі температурні умови.

Формування тістових заготовок. Це процес надання шматкам тіста форми, відповідної певному сорту виробів. Для отримання тістових заготовок пшеничного тіста певної форми їх розкачують валками в довгастий млин, після цього згортають в трубку і прокачують, а іноді ще і подовжують. Така додаткова обробка пшеничного тіста покращує пористість заготовок. Формування пшеничного тіста виробляється на стрічкових і барабанних закаточних машинах (ХТЗ-1, Т1-ХТ2-3-1 та ін.). Розкачування тіста у млинець на машинах будь-яких конструкцій здійснюється за допомогою однієї або двох пар валків, що обертаються назустріч один одному. Закручування тіста у рулон може здійснюватися різними способами: за допомогою гнучкого фартуха 1 (рис. 35, а) з вантажем 2, підвішеним над стрічкою транспортера, по якій переміщується розкачене тісто; за допомогою панцирної сітки або підвіски 1 з металевих дротиків (рис. 35, б), встановлених над стрічкою транспортера 2; за допомогою двох безкрайніх стрічкових транспортерів 7, 2 зі зустрічним рухом (рис. 35, в) і за допомогою рифленого валика 2, встановленого над несучим барабаном 1 (рис. 35, г).

При формуванні циліндричних тістових заготовок з житнього тіста використовують стрічкові закручувальні машини, в яких шматок тіста розкачується між транспортерними стрічками, рухомими в різні сторони з різноманітними швидкостями, або між непорушною плитою і рухомою стрічкою.

Також проводиться і остаточна обробка пшеничного тіста і надання йому форми батона.

Остаточне розстоювання. Метою цього процесу є бродіння тіста для доповнення вуглекислого газу, усуненого на стадіях розробки.

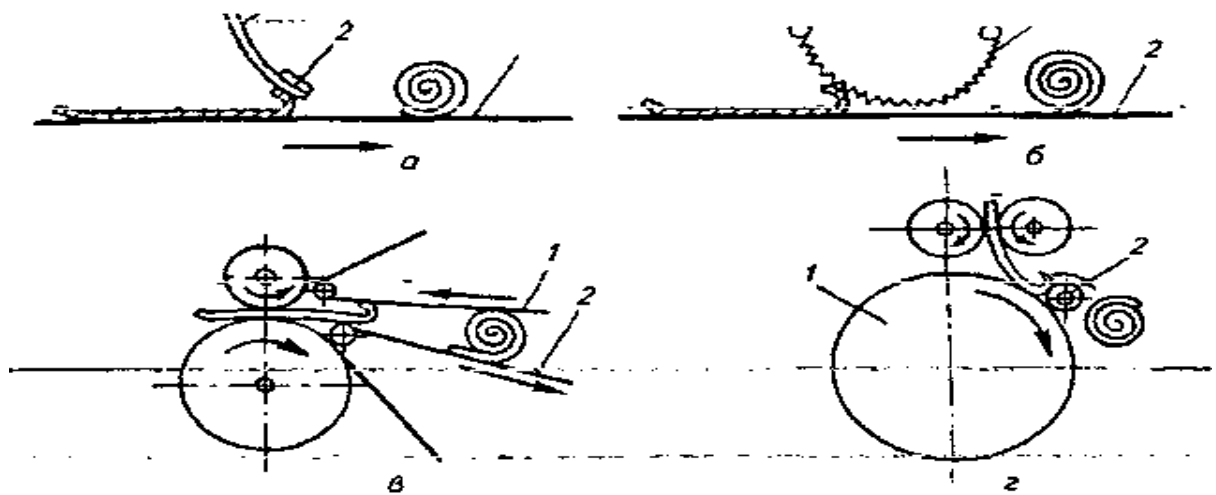


Рис. 35. Закручування тіста у рулон за допомогою:

а – гнучкого фартуха; *б* – гнучкої металевої підвіски; *в* – двох транспортерних стрічок зі зустрічним рухом; *г* – рифленого валика

Якщо випікати хліб без остаточного розстоювання, то він одержується низького об'єму, зі щільною, погано розпушеною м'якушкою, з розривами і тріщинами на скоринці. Остаточне розстоювання проводиться в атмосфері повітря певної температури (35...40 °С) для прискорення бродіння і певної відносної вологості повітря (75–85 %) для відвертання завітрювання зовнішніх шарів тіста. Тривалість розстоювання коливається від 25 до 120 хв залежно від маси шматків тіста, умов розстоювання, властивостей борошна, рецептури тіста і ряду інших факторів.



На сучасних тісторозроблювальних поточкових лініях ця операція проводиться в конвеєрних шафах остаточного розстоювання. На більшості підприємств розстоювання тістових заготовок здійснюється на вагонетках в спеціальних камерах для розстоювання.

Шафи остаточного розстоювання

Випічка виробів. Процеси, що походять при випічці хліба. В основі всіх процесів лежать фізичні процеси – прогрівання тіста, зовнішній вологообмін між "тістом-хлібом" і пароповітряним середовищем пекарської камери та внутрішній тепломасообмін у "тісті-хлібі". Крім фізичних процесів при випічці хліба відбуваються мікробіологічні, колоїдні і біохімічні процеси.

Фізичні процеси. На початку випічки тісто внаслідок конденсації парів води з середовища пекарської камери поглинає вологу і його маса дещо збільшується. Після припинення конденсації вологи починається випаровування її з поверхні, яка до того часу прогрівається до 100 °С, перетворюючись у суху скоринку. При цьому частина вологи випаровується в навколишнє середовище, а частина (близько 50 %) переходить у м'якушку. Вологість м'якушки гарячого хліба виявляється на 1,5–2,5 % вище вологості тіста. Збезводнена скоринка прогрівається у процесі випічки до 160...180 °С, а м'якушка – до 95...97 °С. Вище цієї температури м'якушка не прогрівається внаслідок її високої вологості (45–50 %).

Мікробіологічні і біохімічні процеси. У перші хвилини випічки спиртове бродіння в середині тіста прискорюється і при температурі 35 °С досягає максимуму. Після цього воно загасає і при 50 °С припиняється, тому що дріжджові клітини відмирають. При 60 °С зупиняється життєдіяльність кислотоутворювальних бактерій. Унаслідок остаточної діяльності мікрофлори під час випічки у "тісті-хлібі" збільшується вміст спирту, діоксиду вуглецю і кислот, що підвищує об'єм хліба і покращує його смак. Крім того, в перші хвилини випічки відбувається теплове розширення повітря і газів всередині тіста, що істотно впливає на збільшення його об'єму.

Біохімічні процеси зв'язані зі зміною стану крохмалю і білків. При температурі 70...80 °С вони припиняються. Крохмаль при випічці клейстеризується і частково розкладається, причому його гідроліз в житньому тісті іде інтенсивніше, ніж у пшеничному. Тому у житньому хлібі вміст водорозчинних речовин (декстринів і

цукрів) значно вище, ніж у пшеничному. Білки розкладаються з утворенням проміжних продуктів. Від глибини й інтенсивності розкладання крохмалю і білків залежать колір скоринки пшеничного хліба, його смак і аромат.

Колір пшеничного хліба зумовлений меланоїдинами, житнього – меланінами, утвореними в хлібі за участі деяких амінокислот і ферментів.

Колоїдні процеси. При температурі 50...70 °С відбуваються процеси денатурації білків і клейстеризації крохмалю. Білки при цьому виділяють воду, поглинену під час замісу тіста, ущільнюються, втрачають еластичність і розтягувальність. Міцний каркас зсілих білків закріплює форму хліба.

Волога, виділена білками, поглинається крохмалем. Однак цієї води недостатньо для повної клейстеризації крохмалю, тому процес проходить досить повільно і закінчується при прогріванні м'якушки до 95...97 °С. Крохмальні зернини при клейстеризації міцно зв'язують вологу, тому м'якушка хліба здається більш сухою, ніж тісто.

Режими випічки визначаються мірою зволоження середовища пекарської камери, температурою у різних її зонах і тривалістю процесу. Режими випічки залежать від сорту хліба, виду і маси виробу, якості тіста, властивостей борошна, конструкції печі. Вирішальним фактором є маса тістової заготовки. Тривалість випічки коливається від 8–12 хв. для дрібноштучних виробів і до 60 хв для житнього хліба масою 1 кг.

Для більшості пшеничних і житніх виробів режим випічки включає три періоди.

1. При відносно високій вологості (до 80 %) і порівняно низькій температурі (110...120 °С) – 2–3 хв; при цьому тістова заготовка збільшується в об'ємі, а пар конденсується і покращує стан її поверхні.

2. При високій температурі (240...280 °С) і дещо пониженій відносній вологості; при цьому утворюється скоринка,

закріплюється об'єм і форма виробу.

3. Завершальний етап випічки при менш інтенсивному підведенні тепла (180 °C), унаслідок чого знижується упікання.

Упікання хліба. Це втрата маси тіста при випічці, вона виражається різницею між масою тіста і *гарячого* хліба, віднесеною до маси тіста (в %).

Майже 95 % цих втрат йде на вологу, а інша частина – на спирт, діоксид вуглецю, летючі кислоти та ін. Упікання становить 6–14 % і залежить від форми хліба: у фермового хліба він менший, ніж у подового.

Шляхи зниження упікання:

- ◆ збільшення маси хліба;
- ◆ збільшення відносної вологості повітря і зниження температури в пекарській камері в другий період випічки.

Вихід хліба – це кількість готової продукції, отриманої зі 100 кг борошна та іншої сировини, внесеної згідно із затвердженою рецептурою. Вихід хліба зумовлений виходом тіста і технологічними витратами і втратами.

Технологічні витрати неминучі, тому для збільшення виходу хліба їх необхідно зводити до мінімуму. Це *втрати*:

◆ сухої речовини при бродінні – зменшення маси напівфабрикатів за рахунок зброджування вуглеводів і втрата діоксиду вуглецю, частини спирту, летючих кислот – 2,5–3,0 % (при використанні рідких опар – 1,5–2,0 % за рахунок скорочення періоду бродіння);

◆ борошна під час розробки тіста.

Технологічні втрати невиправдані і викликані недосконалістю або незадовільним станом обладнання, їх необхідно також зводити до мінімуму. Це *втрати*:

◆ борошна під час зберігання, перевезенні і просіювання (знижуються при безтарному зберіганні борошна в поєднанні з пневматичним переміщенням) – 0,03%;

◆ тістової крихти у вигляді відходів формування і борошна, що

розпорошується (залежить від виду і технічного стану обладнання, що застосовується) – 0,03 %;

- ◆ крихти і брукху під час вибивання хліба з форм, укладання його на лотки та при інших операціях – 0,02–0,03 %;

- ◆ від неточності маси штучного хліба – 0,4–1,0 %;

- ◆ у разі при переробки браку хліба – 0,02 %.

З метою раціонального використання борошна і зниження виробничих втрат для кожного сорту хлібного виробу встановлюються планові норми виходу хліба з урахуванням міри механізації, потужності підприємства та інших показників. Норма виходу хліба залежить від рецептури (при збільшенні кількості додаткової сировини вихід хліба зростає), від розвішування хліба, вологості борошна. Чим менше вологість борошна, тим більше вихід хліба; зміна вологості на 1 % змінює вихід хліба на 1,6–1,7 %.

Забезпечення стабільного вмісту води в тісті на рівні гранично допустимої – важлива умова економії борошна. Підвищення вологості тіста на 1% може збільшити вихід хліба на 2–3 %, тому правильне дозування води в тісті забезпечує заданий вихід хліба. Збільшення виходу хліба за рахунок додання надмірної кількості води в тісто призводить до випуску хліба з підвищеним вмістом води, що не задовольняє інтереси споживача, тому вміст води в хлібі регламентується стандартом.

4.4.3. Охолодження і тимчасове зберігання виробів

Випечений хліб направляють у хлібосховища для охолодження, а після цього в експедицію для відправлення в торговельну мережу. У процесі охолодження відбувається перерозподіл води всередині хліба, частина її випаровується в навколишнє середовище, а вологість скоринки і шарів, що лежать під нею і в центрі виробу, вирівнюється. Унаслідок вологообміну всередині виробу та із зовнішнім середовищем маса хліба зменшується на 2–4 % у порівнянні з масою гарячого хліба. Цей вид втрат називається *усушкою*.

Для зниження усушки хліб прагнуть якомога швидше охолодити, для цього понижують температуру і відносну вологість повітря хлібосховища, зменшують щільність укладання хліба, обдувають хліб повітрям за температури 20°C. На усушку впливають також вологість м'якушки, бо збільшення вологості хліба викликає зростання втрат на усушку, і маса хліба: чим більше маса хліба, тим менш усушка. У подового хліба усушка менш, ніж у формового.



Хліб на вагонетках-стелажах

У хлібосховище хліб з печі подається стрічковими транспортерами на циркуляційні столи, з яких його перекладають на вагонетки-стелажі. На вагонетках хліб зберігається до відправлення в торговельну мережу. В останній час упроваджується спосіб зберігання хліба на лотках у спеціальних контейнерах, в яких хліб охолоджується.

4.4.4. Реалізація готової продукції

Упакування готової продукції

Для покращання санітарно-гігієнічних умов і підвищення термінів зберігання хлібобулочну продукцію пакують у поліетиленові пакети або у термозбігову плівку. На упакованій продукції може бути вказана торгова марка виробника, його реквізити, хімічний склад та енергетична цінність виробу.

Відпустка на реалізацію

В експедиції хлібовиробного підприємства хліб завантажується в автомашини і надходить у торговий зал крамниці.

4.5. Класифікація та асортимент хлібобулочних виробів

Хліб – продукт, випечений з тіста, яке приготовлене згідно з відповідними рецептами і технологічними режимами. Маса окремого виробу перевищує 500 г.

Залежно від виду борошна, яке використовується для приготування тіста, хліб поділяється на житній, пшеничний, житньо-пшеничний і пшенично-житній; від способу випікання – формовий і подовий; від рецептури –простий і поліпшений.

Хліб з житнього борошна. До простих видів хліба з житнього борошна належать: хліб з оббивного, з обдирного та із сіяного борошна. Поверхня хліба з сіяного борошна, як правило, гладенька, з оббивного – шорстка, з наколеннями або без них; колір від світло-коричневого (сіяного) до темно-коричневого (оббивного). Вологість хліба коливається в межах 43–53 %, пористість – від 45 до 60 %, кислотність – від 7 до 13°. Хліб з нижчих сортів борошна характеризується вищою вологістю і кислотністю та меншою пористістю. Дещо меншу вологість і пористість мають подові види хліба.

В рецептуру поліпшених видів житнього хліба входить солод, патока, молочна сироватка, прянощі. Найбільш поширеними різновидами поліпшеного житнього хліба є такі: житній, житній заварний обдирний і оббивний, Московський, Шахтарський. Хліб житній виготовляють з обдирного борошна. В рецептуру входять патока та молочна суха сироватка. Випікають його формовим і подовим способами. Хліб житній заварний готують з обдирного або оббивного борошна і солоду у співвідношенні 95 до 5. В його рецептуру входить також кмин. Хліб випікають формовим способом. Вироби мають темний колір м'якушки і скоринки. Це пояснюється тим, що приблизно 10 % всієї кількості борошна заварюють водою, температура якої досягає 95...97 °С. Поверхня хліба з наколеннями або без них, обсипана кмином або анісом. Хліб

має приємний запах і солодкуватий смак. Для приготування Московського хліба використовують житнє оббивне борошно і житній солод у співвідношенні 93 до 7, патоку, кмин. Тісто для цього хліба готують заварним способом. Спосіб випікання хліба – формовий. Вироби мають темний колір. Особливо темною є скоринка. Заварний спосіб приготування тіста і прянощі надають хлібу характерного запаху, солодкуватого смаку. Хліб Шахтарський належить до українського національного хліба. Його виготовляють з борошна житнього обдирного. В рецептуру входять патока, цукор, коріандр, гвоздика. Спосіб випікання – подовий.

Вологість поліпшених назв хліба від 43 до 53 %, кислотність – 7–13°, пористість 50–58 %.

Хліб з житньо-пшеничного борошна. У ньому переважає житнє борошно. За рецептурою поділяється на простий і покращений.

Найбільш поширеним простим житньо-пшеничним хлібом є хліб з оббивного борошна. Для його приготування використовують борошно житнє оббивне і пшеничне оббивне у співвідношенні 60:40. Хліб Дарницький виготовляють з суміші борошна житнього обдирного і пшеничного 1-го сорту в співвідношенні 60:40.

До поліпшених видів хліба з житньо-пшеничного борошна належать такі: Бородінський, заварний житньо-пшеничний, хліб з кмином, хліб Любительський, Делікатесний, Петльований, Тернопільський та ін.

Хліб Бородінський виготовляють з борошна житнього оббивного, пшеничного 2-го сорту і житнього солоду у співвідношенні 80:15 :5. В рецептуру входять також цукор, патока, коріандр, кмин або аніс. Тісто готують заварним способом. Колір м'якушки і скоринки Бородінського хліба темно-коричневий. Випікають хліб спочатку при високій температурі: тістова

заготовка при цьому обсмажується. Потім температуру випікання знижують. Після випікання скоринку хліба змазують крохмальним клейстером, який надає їй блиску. Поверхню обсипають відповідними прянощами. Хліб має характерний аромат, присмний кисло-солодкуватий смак, добре зберігається, довго не черствіє.

Заварний житньо-пшеничний хліб відрізняється від простого житньо-пшеничного хліба приємним солодкуватим смаком, характерним запахом. Основною сировиною для його виготовлення є борошно оббивне житнє і пшеничне (55; 40). Частину борошна (5 %) заміняють на житній солод. Хліб випікають формовим способом.

Житній хліб з кмином виготовляють з борошна житнього обдирного і пшеничного 1-го сорту у співвідношенні 60:40. Характерною особливістю цього хліба є те, що в його рецептуру входить багато кмину (1 %) і ячмінний солод (0,5 %).

Хліб Любительський має складну рецептуру. Його виготовляють із суміші борошна житнього обдирного і пшеничного 2-го сорту у співвідношенні 80 :15. Частину борошна (5 %) заміняють житнім солодом. У рецептуру входить цукор, патока, коріандр, кмин або аніс. Поверхня хліба шорстка, посипана відповідними прянощами.

Хліб Делікатесний готують із суміші борошна житнього сіяного і пшеничного вищого сорту у співвідношенні 85:10. Частину борошна (5 %) заміняють на житній солод. Збагачують хліб патокою (5 кг) і кмином. Поверхня жорстка з наколеними.

Хліб Петльований печуть з борошна житнього сіяного і пшеничного вищого сорту (80:20). В рецептуру хліба входить цукор. Хліб Тернопільський виготовляють з борошна житнього сіяного і пшеничного 1-го сорту у співвідношенні 50 : 50. В тісто додають кмин.

Хліб з пшенично-житнього борошна має в рецептурі переважно пшеничне борошно. Його асортимент неширокий. З простих видів найбільш поширений оббивний, а з поліпшених – оббивний заварний.

Пшенично-житній оббивний простий хліб виготовляють із суміші оббивного борошна пшеничного і житнього (70:30). Пшенично-житній оббивний заварний хліб виготовляють з борошна пшеничного оббивного і житнього оббивного (70:25). Частину житнього оббивного борошна (5 %) заміняють на житній солод. Цим і відрізняється рецептура заварного житньо-пшеничного оббивного хліба від простого хліба. Він має темну м'якушку і темну глянцеvu поверхню.

Хліб з житнього і пшеничного борошна різних співвідношень

За рецептурою хліб з такого борошна буває простим і поліпшеним. До простого хліба належить хліб Український, Український новий, а до поліпшеного – Слов'янський.

Хліб Український виготовляють з борошна житнього обдирного і пшеничного оббивного у співвідношенні 20 : 80; 30:70; 40 : 60; 50 : 50; 60:40; 70: 30; 80 :20. Співвідношення цих видів і сортів борошна залежить від хлібопекарських властивостей борошна і звичок людей окремих районів. У північних районах України люди віддають перевагу хлібу з підвищеною кислотністю. Кислотність хліба зростає із збільшенням у рецептурі кількості житнього борошна. Український новий хліб виробляють із борошна житнього обдирного і пшеничного 2-го сорту. Співвідношення цього борошна може становити 80:20; 60:40; 50:50 і 40:60.

Слов'янський хліб продукують з борошна житнього. Хліб пшеничний простий з оббивного борошна, з борошна вищого, 1-го і 2-го сортів випікають формовим і подовим способами.

Паляниця Українська має великий попит в Україні, її виготовляють з борошна вищого, 1-го і 2-го сортів. Для приготування тіста використовують підвищену кількість дріжджів (2 кг пресованих; для простого пшеничного хліба — 1 кг). Випікають подовим способом. Форма виробів кругла, з боковим надрізом на 3/4 окружності, з трохи піднятим і чітко вираженим козирком.

Арнаут Київський є виробом з пшеничного борошна 2-го сорту. Його випікають подовим способом. Форма арнаута кругла з двома-трьома злипами, поверхня борошниста.

Хліб пшеничний білий випікають з борошна 1-го і 2-го сортів. Для приготування тіста беруть підвищену кількість пресованих дріжджів (1,5 кг). Цей хліб відрізняється від звичайного пшеничного меншим вмістом солі, більш високими пористістю та енергетичною цінністю. Вологість пшеничного простого хліба становить 43–48 %, кислотність – 3–6°, пористість – 65-70 %. З пониженням сорту борошна вологість і кислотність хліба збільшується, а пористість, навпаки, зменшується.

Асортимент поліпшеного пшеничного хліба більш широкий, ніж простого. Для виготовлення такого хліба використовують усі сорти пшеничного борошна, за винятком оббивного. До поліпшених виробів пшеничного хліба належать хліб Молочний, Ситний з ізюмом, калачі Київські, хліб Домашній, Закарпатський, Селянський, булка Селянська, хліб білий з борошна вищого сорту та ін.

Хліб Молочний виготовляють з пшеничного борошна вищого сорту. В рецептуру хліба входять цукор, маргарин і сухе знежирене молоко. Хліб випікають подовим способом. Поверхня гладенька з наколеннями або косими надрізами.

Хліб Ситний з ізіумом виготовляють з борошна вищого сорту. В рецептуру входять ізіум, цукор і маргарин. Поверхня гладенька з наколеннями або без них і косими надрізами. На поверхні є вкраплення ізіуму, який додають у тісто. Смак хліба солодкуватий, властивий хлібу з ізіумом.

Калачі Київські виготовляють з пшеничного борошна вищого і 1-го сортів. Вироби випікають подовим способом. Вони сплетені з п'яти джгутів. Поверхня виробів глянцева; у виробках вищого сорту змащена яйцем, 1-го сорту – посипала маком.

Хліб Домашній готують з борошна 1-го сорту. В рецептуру входять цукор і молоко незбиране. Форма хліба кругла або довгасто-овальна. Поверхня гладенька з наколеннями.

Хліб Закарпатський виготовляють з борошна 1-го і 2-го сортів з додаванням невеликої кількості цукру (1 кг). Випікають вироби подовим способом, форма їх кругла або довгасто-овальна з тупими кінцями.

Хліб Селянський – національний виріб України. Його виготовляють з борошна 1-го сорту. Збагачують хліб цукром, соняшnikовою олією, молочною натуральною сироваткою. Булку Селянську (маса – 0,73–,83 кг) виготовляють з борошна 1-го сорту. Вироби збагачують сироваткою молочною згущеною та соняшnikовою олією.

Хліб пшеничний білий з борошна вищого сорту має в рецептурі цукор (1 кг на 100 кг борошна). Для його приготування використовують підвищену кількість пресованих дріжджів (2 кг). Це дозволяє збагатити вироби вітамінами, повноцінними білками та іншими речовинами. Хліб випікають двома способами – формовим і подовим. Подовий хліб має на поверхні надрізи або наколення. До нових назв хліба з пшеничного борошна належать; хліб Микулинецький, калачі Полтавські.

Хліб Микулинецький – це український національний вид хліба. Для його приготування використовують борошно пшеничне вищого сорту, цукор, кмин.

Калачі Полтавські належать до поліпшеного пшеничного хліба. їх виготовляють з борошна пшеничного вищого сорту. Тісто збагачують цукром, маргарином, молоком незбираним.

У поліпшеному пшеничному хлібі вологість становить від 40 до 45 %, кислотність – 2,5-3°, пористість не менше 68–75 %. В деяких виробках нормують вміст цукру і жиру.

Хліб із суміші пшеничного борошна різних сортів. Асортимент такого хліба невеликий. З простих назв виділяється Кишинівський, з поліпшених – "Сувенір селянський".

Хліб Кишинівський виготовляють із суміші пшеничного борошна 1-го і 2-го сортів (30:70), а **"Сувенір селянський"** – із суміші борошна пшеничного вищого і 1-го сортів у співвідношенні 40:60. Хліб "Сувенір селянський" збагачують соняшниковою олією, цукром і кмином.

Хліб в культурному контексті

Для багатьох культур світу хліб не тільки основний продукт харчування. Молитва «Отче наш», наприклад, містить такі рядки: «Хліб наш насущний дай нам сьогодні». «Хліб» тут мають на увазі як потреби для життя взагалі. В Ізраїлі на робочих демонстраціях основне прохання було «роботу, хліба». У СРСР Володимир Ленін та інші більшовики обіцяли «Мир, землю і хліб», що пізніше стало головним лозунгом радянської пропаганди. В Україні є традиція зустрічати гостей хлібом і сіллю.

На противагу цьому в Азії більше цінується як основний продукт харчування. За винятком північної Індії та

північного Китаю хліб не є основним продуктом. Консервативніші жителі Китаю використовують в їжу рис у борошні. Політична вимога хліба завжди мала велике значення. У Римській імперії правителі зробили висновок, що народ хотів «хліба і видовищ». З часів французької революції відомо, що населення Парижа вимагало хліба перед замком Версалью, і Марія Антуанетта промовила: «Якщо вони не мають хліба, то повинні їсти пироги». У двадцяті роки 20 століття, в часи «депресії» вживався виборчий лозунг «роботи і хліба».

Найповнішу, на сьогодні, культурно-історичну працю про хліб написав письменник і історик культури Генріх Едуард Якоб (1889–1967) під назвою «Шість тисяч років хлібу» (Гамбург: Rowohlt 1954). У багатьох країнах існують свої національні рецепти приготування хліба: коровай (Україна, Росія, Білорусь), бейгл (США), брецель (Німеччина), бріюш (Нормандія, Франція), наан (Індія), тандирнан (Середня Азія), лаваш (Кавказ), юха (Азербайджан), маца (Ізраїль), піта (Близький Схід), піца (Італія), тортилья (Мексика), фолар (Португалія), французький багет (Франція), чапаті (Індія), чіабатта (Італія), пумпернікель (Німеччина).



Традиційний бріюш



Піта



Багети

Хліб у різних культурах

В Іспанії хліб називають «пан», і ця країна має найбільше видів хліба на землі 315. У Британії і США найпопулярніший м'який хліб з тонкою скоринкою, який продається нарізаним у пакетах. Цей

хліб виготовляють на фабриках, які здатні виробляти до 10 000 буханок за годину. У Південній Азії їдять роті та чапаті (різновидності плаского хліба). Їх найчастіше готують із гірничного борошна. Інший вид – пурі, тонкий плоский хліб, який смажать, а не печуть, і під час смаження дують на нього.

Українці, як землеробський народ із давніми традиціями, здавна використовували жито і пшеницю як головні харчові культури. Тому українці дуже шанували хліб. Хліб на столі вважався найбільшою святинею. Хліб-сіль, подані гостеві на вишитому рушнику, були й залишаються вищим проявом гостинності. З хлібом пов'язано безліч звичаїв і повір'їв, наприклад, хліб дозволялося різати тільки у висячому положенні і тільки в напрямку до себе. Якщо шматок хліба впав, його слід було підняти, поцілувати і знову покласти на стіл, бо викинути шматок вважалося святотатством. У цих звичаях виявився постійний страх голоду, який переслідував предків сучасних українців. «Забудьок» (хліб, забутий у печі) використовували для того, щоб допомогти щось забути, наприклад дівчині, яка виходила заміж – скоріше забути батьківську домівку, худобі купленій на ярмарку, – забути старого господаря і т. ін.

Українці вшановують хліб як святиню, в народі про нього так і кажуть: «святий хліб». Великим гріхом вважається викинути навіть маленький шматочок. Колись вірили, що на тому світі люди, які без пошани ставилися до хліба, збиратимуть усі викинуті під час земного життя крихти. Залишки хліба віддавали свійським тваринам або спалювали в печі. Хліб є символом добробуту. Побажання «хліб і сіль» прикликає до родини багатство. Хлібні жертви у давнину приносили хатнім духам, зокрема домовику, духам землі – щоб добрий був урожай, водянику – щоб не топив худоби та людей.

Обіцянку, яку скріпили хлібом, не можна було порушити. Хлібинами обмінювались, укладаючи важливі торговельні або земельні угоди. Свати приносили до хати дівчини хлібину, а взамін,

у разі згоди, отримували паляницю. Подекуди під час сватання спеціально випечений пиріг ділять навпіл. Одну його половину віддають представникам роду молодого, другу залишають у батьків молодії. Це було відлунням давнього причастя. Колись усі, хто їв за одним столом ритуальну страву, вважалися спільниками в певній справі. Це був лише обряд, який пізніше переродивсь у традицію завершувати важливу роботу великим застіллям із багатьма наїдками. Але обов'язково була якась головна «хлібна» страва, яку навіть не завжди споживали. Вона мала суто обрядовий характер.

Хліб і досі відіграє важливу роль у весільних та поховальних обрядах. Учені вважають, що серед інших слов'янських обрядових дійств українське весілля посідає перше місце за повнотою застосування ритуального хліба, починаючи від моменту сватання. В весільній церемонії коровай бере участь від початку і до кінця. Ним благословляють молоду пару батьки. Гості, обдаровуючи молодих, подарунки кладуть «на коровай» чи «до короваю». Врешті, святкування завершується поділом короваю. Середина дістається молодят, як символ зародження нового життя. Потім староста ділить коровай між гостями, а основа, або так звана «підошва» віддається музикантам за веселу музику. Часто перед цим молодь, яка залишилася до кінця, танцює з підосвою. Це називається «розтанцювати коровай».

Важливе місце серед інших різновидів обрядового хліба посідають паски, які в деяких регіонах України називаються «баби». На сході пасхальний хліб був інакшим – прісним, мав прямокутну форму і пов'язувався з чоловічою символікою. Перше свідчить про те, що ця традиція дуже давня, адже прісний хліб з'явився раніше, ніж дріжджовий. Друге – про те, що цей хліб був присвячений підземному богу, пов'язаному із плодючістю. Прямокутник у ранніх формах мистецтва позначав поле й був символом цього бога.

4.6. Основні показники якості хліба і хлібобулочних виробів

Якість хліба і хлібобулочних виробів повинна відповідати вимогам чинних стандартів (ДГСТ) або технічних умов (ТУ). Стандарт визначає вимоги до якості сировини, форму і масу виробів, сорт борошна, органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості хліба.

В табл. 28 представлені узагальнені органолептичні і фізико-хімічні показники якості хліба.

Таблиця 28

Основні показники якості хліба

Показники		Характеристика показників
Органо- лептичні показники	Форма	Правильна з опуклою верхньою скоринкою
	Поверхня	Гладка, без тріщин і підривів
	Забарвлення	Рівномірне
	Скоринка	Блискуча
	М'якушка	Пропечена, еластична, з добре розвинутою рівномірною тонкостінною пористістю
	Смак	Властивий даному виду виробів, без сторонніх присмаків
Фізико- хімічні	Вологість	Пшеничний хліб – 42...48 % Житній хліб – 48–51 %
	Кислотність	Пшеничний хліб – 2–6° Житній хліб – 9–12°
	Пористість	Пшеничний хліб – 55–70 % Житній хліб – не менш 42 %.

Хлібобулочні вироби приймаються на основі аналізу відібраної середньої проби від однорідної партії. Однорідною є партія хлібобулочних виробів однієї назви та упаковки, одного виробника, однієї дати і години виготовлення, одержаних за однією

товаротранспортною накладною. У виробках визначають органолептичні та фізико-хімічні показники.

Форма, поверхня, колір, смак і запах хлібобулочних виробів повинні відповідати вимогам нормативно-технічної документації. Масу хліба і булочних виробів встановлюють зважуванням не менш як 10 виробів.

Фізико-хімічні показники у хлібобулочних виробках – це відхилення маси, пористість, кислотність, вологість. В деяких виробках (булочних, здобних та ін.), крім названих показників, визначають вміст жиру і цукру.

Дефекти і хвороби хлібобулочних виробів. Дефекти хлібобулочних виробів виникають через низьку якість сировини, порушення технології виготовлення, режиму транспортування, зберігання і реалізації. Причиною хвороб виробів є розвиток мікроорганізмів.

До найбільш розповсюджених дефектів хлібобулочних виробів відносяться такі: бліде забарвлення скоринки, темна (підгоріла) скоринка, не пропечені боки (подових виробів), неправильна форма виробу, розпливчастість подового хліба, низький хліб, тріщини скоринки, "притиски" з бокових сторін (ділянки без скоринки), "випливи" м'якушки по контуру верхньої скоринки у формових чи нижньої скоринки у подових виробках, тонка або товста скоринка, механічні пошкодження скоринки, липкість м'якушки, понижена або нерівномірна пористість, порожнина в м'якушці, що має поперечний розмір більше 3 см, підриви скоринки, стискання та ущільнення м'якушки біля нижнього краю скоринки, відставання скоринки від м'якушки, суха м'якушка, непромішування (не промішана сировина у м'якушці), недостатньо пропечений виріб (м'якушка, що зліплюється), сторонній смак, підвищена кислотність, надто солоний або прісний смак, сторонній запах, хрускіт на зубах, сторонні включення, черствіння та ін.

Черствіння хліба. Свіжість хліба є найважливішою його споживною якістю. Встановлено, що краще засвоюється хліб, який вживається в їжу через кілька годин після випікання. Свіжоспечений, ще теплий хліб, як і черствий, засвоюється організмом людини гірше. Гарячий хліб погано просочується травними соками. Скоринка свіжоспеченого хліба практично не містить води, вона хрустка, крихка, а м'якушка м'яка, еластична. У перші години після випікання скоринка м'яка, еластична. За цим показником роблять висновок про свіжість хліба. При охолодженні хліба в ньому відбувається багато процесів, насамперед черствіння. Перші ознаки черствіння хліба за звичайних умов зберігання проявляються практично через 10–12 год. Час черствіння залежить від сорту борошна, з якого випечений хліб, рецептури, технології виготовлення тіста, способу випікання, умов транспортування і зберігання. При черствінні волога інтенсивно переміщується з м'якушки у скоринку, частина її випаровується, унаслідок чого зменшується маса готового виробу. Змінюються органічні речовини, особливо білки та крохмаль. Крохмаль з аморфного стану переходить у кристалічний, його зерна стискаються. Зв'язана вода переходить у вільний стан, що сприяє випаровуванню вологи. Процес черствіння знижує споживні властивості хліба. Скоринка стає твердою, крихкою. Поверхня втрачає блиск, стає матовою. За умов тривалого зберігання хліб набуває невластивого свіжому хлібу специфічного запаху і смаку.

Черствіння призводить до великих втрат хліба. Черстві вироби повертаються на хлібопекарські підприємства, де їх використовують для виготовлення Армійських і панірувальних сухарів або додають у невеликій кількості до тіста для виготовлення деяких видів хліба. Для сповільнення процесу черствіння хліба на підприємствах використовують різні поліпшувачі і ферментні препарати, змінюють деякі технологічні операції.

Процес черствіння відбувається не тільки в хлібі, а й в усіх групах хлібобулочних виробів (булках, здобних хлібобулочних, бубличних і дієтичних хлібобулочних виробів). Швидкість перебігу процесу черствіння в цих виробів різна. Повільно черствіють баранки, сушки, сухарі.

До значних втрат хліба та інших хлібобулочних виробів призводять різні хвороби: пліснявіння, картопляна ("тягуча") хвороба та ін.

Пліснявіння хліба. Це найбільш поширена хвороба, яку спричинюють плісневі гриби або їхні спори, що потрапили із зовнішнього середовища (повітря, тари, обладнання та ін.) в готові вироби. Оптимальні умови розвитку плісняви: висока вологість середовища (виробів), температура в межах 25...30 °С, відносна вологість повітря – від 70 до 80 %. Небезпека пліснявіння збільшується при пакуванні недостатньо охолодженого хліба. Під дією ферментів плісняви у виробів відбуваються небажані процеси: з'являються неприємний смак і запах, можуть накопичуватися отруйні речовини. Зовнішній вигляд хлібних виробів різко погіршується.

Для того щоб запобігти пліснявінню хліба, необхідно: додавати в тісто консерванти; стежити за належним станом транспортних засобів, приміщень, обладнання, інвентарю; видаляти запліснявілий хліб із загальної маси виробів; проводити своєчасно дезінфекцію транспортних засобів, обладнання і торговельного інвентарю при виявленні ознак пліснявіння; систематично провітрювати приміщення; упаковувати хліб (цілий або скибочки) у герметичну вологонепроникну термостійку плівку з наступною тепловою стерилізацією (температура в центрі м'якушки має бути 85...90°С, строк зберігання такого хліба кілька місяців); обробляти поверхню хліба сорбіновою кислотою з наступним упаковуванням у плівкові матеріали (строк зберігання хліба від 4 до 6 місяців); обробляти поверхню хліба 96 % спиртом з наступним упаковуванням у

плівкові матеріали (строк зберігання хліба від 2 до 6 тижнів); упаковувати хліб у полімерні плівки з наступним вакуумуванням; зберігати хліб в атмосфері вуглекислого газу або азоту.

Картопляна ("тягуча") хвороба спричиняється спорами картопляної (сінної) палички, які потрапляють у хліб разом з борошном. Ці мікроорганізми не гинуть при температурі 100 °С і протягом 10 хв витримують температуру 125 °С. При температурі 130 °С миттєво гинуть. Оптимальна температура розвитку цих мікроорганізмів 35...40 °С. Зараження хліба картопляною хворобою спостерігається, в основному, в теплий період року після 10 год зберігання при температурі 30...40 °С. Прискорюють цей процес низька кислотність та підвищена вологість виробів. Картопляною хворобою заражується, в основному, пшеничний хліб. Особливо це стосується хліба більшої маси. М'якушка хліба стає тягучою, липкою, з дуже тонкими, павутиноподібними нитками. Через накопичення продуктів розпаду речовин, особливо білків, м'якушка набуває різкого, неприємного специфічного запаху і смаку. У ній можуть накопичуватись отруйні речовини. Хліб, заражений картопляною хворобою, в їжу не використовують.

Для того, щоб запобігти хворобі, необхідно: швидко охолоджувати хліб; випікати вироби меншою масою; підвищувати кислотність хліба в межах одного градуса, використовуючи молочнокислі закваски, рідкі дріжджі, дозрілу опару, молочну і оцтову кислоти, пропіоновокислі і мезофільні молочнокислі бактерії; зберігати хліб у сухому, добре вентильованому, прохолодному приміщенні (при температурі нижче 16 °С хвороба не розвивається); стежити за належним санітарним станом транспортних засобів, приміщення, обладнання, інвентарю; вилучати заражений хліб із загальної маси виробів; своєчасно проводити дезінфекцію (оцтовою кислотою) транспортних засобів, приміщення, обладнання, торговельного інвентарю.

Контрольні запитання

1. Охарактеризувати харчову цінність хлібобулочних виробів.
2. Охарактеризувати сировину для виробництва хліба.
3. Які основні стадії виробництва хліба?
4. Яка технологічна схема виробництва хлібобулочних виробів?
5. Охарактеризувати способи приготування пшеничного тіста.
6. Охарактеризувати способи приготування житнього тіста.
7. Класифікація та асортимент хлібобулочних виробів.
8. Поліпшувачі, які використовують при хлібопеченні.
9. За якими показниками визначають якість хліба і хлібобулочних виробів?
10. Які існують дефекти і хвороби хлібобулочних виробів?

РОЗДІЛ V

ТЕХНОЛОГІЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

Перший опис способу приготування локшини знайдений у трактаті з кулінарії римського гурмана Апичо, складеному у перші десятиріччя нашої ери. Точно не встановлена батьківщина макаронних виробів: на це право претендують Італія і Китай. Прийнято вважати, що вперше макарони в Європу з Китаю привіз знаменитий мандрівник Марко Поло в кінці XIII століття. Однак документальне згадування про приготування в Італії страв з макаронів відноситься до початку XII ст.

До середини XIV ст. макаронні вироби у вигляді плоскої локшини виготовляли вручну в домашніх умовах. Перші невеликі цехи з примітивною технікою з'явилися в Італії в кінці XIV ст.

У Росії дрібне кустарне виробництво макаронних виробів виникло, мабуть, при Петрі I. В кінці XVII ст. в Санкт-Петербурзі макарони виробляли п'ять іноземних ремісників.

Перша макаронна фабрика з механічним пресом, з кінним приводом з'явилася в Італії в 60-х роках в кінці XVIII ст. Дещо пізніше виникли макаронні фабрики у Франції та Німеччині. У Росії перша макаронна фабрика зареєстрована в Одесі у 1797 р.

Розвиток техніки в XIX ст. призвів до заміни кінного привода на парову машину, до створення механічних тістокатів для обробки крутого макаронного тіста, до появи потужних гідравлічних пресів. Процес виробництва макаронних виробів складався з таких операцій. В тістомісильній машині безперервної дії змішували борошно та воду у співвідношенні приблизно 3:1 протягом 20 хв. Після цього великі шматки тіста перекладали на дискові столи тістокатів, або грамол, де за допомогою розташованих над столами гладких гранітних або рифлених чавунних валків тісто проминали і перетворювали його у зв'язану масу. Потім тісто розкачували у

стрічку, звертали її в рулон і залишали на 30–40 хв, заздалегідь накривши зволоженим брезентом. Готовий рулон подавали до циліндра гідравлічного пресу, де під тиском близько 20 МПа тісто видавлювалося скрізь отвори матриці у вигляді сирих виробів. Сирі вироби нарізали на потрібну довжину, викладали на рамки, зтягнуті мішковиною і на вагонетках відвозили в приміщення для сушіння. Сушили макаронні вироби звичайно в камерних або шафних сушарках. У районах з теплим кліматом використовували так зване неаполітанське сушіння: вироби сушили прямо на вулиці протягом 3–4-х діб, унаслідок чого одержували дуже міцний продукт, який після варки мав особливий аромат у результаті накопичування молочної кислоти в процесі повільного сушіння.

У 30-х роках в Італії, а у 60-х – в Росії з'явилися і знайшли широке розповсюдження шнекові макаронні преси, в яких в єдиному агрегаті безперервної дії були суміщені всі операції по приготуванню макаронних виробів, аж до сушіння. Наступним великим кроком в розвитку макаронної промисловості з'явилося впровадження сушарок безперервної дії і створення на основі їхнього поєднання зі шнековими пресами механізованих ліній: в 1945–1948 рр. – перших ліній фірми "Брайбанті" (Італія) для виробництва коротких виробів, на початку 50-х років – перших ліній фірми "Бюлер" (Швейцарія) для виробництва довгих виробів.

Подальший розвиток макаронного виробництва, що триває і в наш час, іде шляхом удосконалення технології і техніки замішування, формування тіста, сушіння макаронних виробів, розширення асортименту продукції. У зв'язку з цим можна відзначити застосування вакуумної обробки тіста, матриць з тефлоновими вставками, використання високотемпературних режимів сушіння, технологічних способів виробництва швидкорозварюваних і не потребуючих варіння макаронів і виробів з нетрадиційних видів сировини. В Україні у розрахунку на одну особу виробництво макаронних виробів коливається в межах 2,2–2,4 кг за рік. Учасники ринку макаронних виробів в Україні

стверджують, що ця галузь приносить невисокий прибуток протягом останніх п'яти років – всього 4,0 %. На українському ринку макаронних виробів наразі спостерігається стійке збільшення імпоротної продукції – переважно італійської і російської. Близько 60–65 % ємності українського ринку макаронних виробів займає вітчизняна продукція, а решта 30–35 % приходить на імпорт.

5.1. Класифікація макаронних виробів

Макаронні вироби являють собою консервоване тісто з пшеничного борошна спеціального помелу. Вони мають високу поживну цінність, добре засвоюються, швидко розварюються, добре зберігаються та зручні у транспортуванні. Класифікація макаронних виробів розподіляється за декількома ознаками.

- ◆ За способом вироблення макаронні вироби можуть бути пресованими та штампованими.

- ◆ За розкладуванням вироби поділяються на прямі, розсипні, мотки та бантики.

Залежно від гатунку борошна вироби розподіляються на сорти:

- ◆ вищий – з пшеничного борошна вищого гатунку,
- ◆ перший – з пшеничного борошна першого гатунку.

При додаванні смакових або збагачуючих домішок до назви сорту макаронних виробів додають назву відповідної домішки, наприклад «Вищий яєчний», «Перший томатний».

Залежно від форми і довжини макаронні вироби згідно з ДСТУ розподіляються на типи і підтипи (рис. 36).

Макарони (рис. 37, а) – це довгі гладкі або гофровані трубки з прямим зрізом. Довжина коротких макаронів – 15–20 см. Довгі макарони можуть бути подвійними гнучими.

Ріжки (рис. 37, б) – це короткі загнуті трубки з прямим зрізом. Довжина звичайних ріжок по зовнішній кривій становить 1,5–4,0 см, а любительських – 3–10 см.

Пір'я (рис. 37, в) являють собою трубки з косим зрізом, їх довжина від гострого кута до тупого складає від 3 до 10 см.

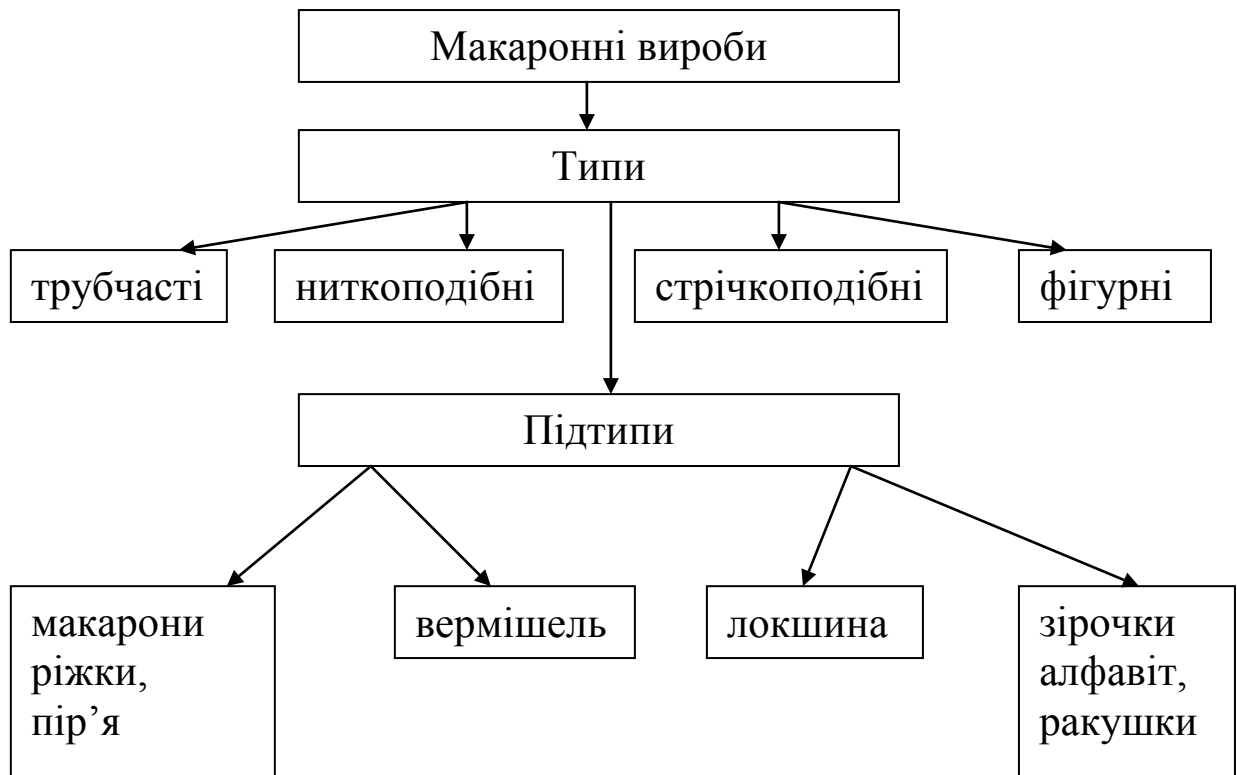


Рис. 36. Класифікація макаронних виробів залежно від форми

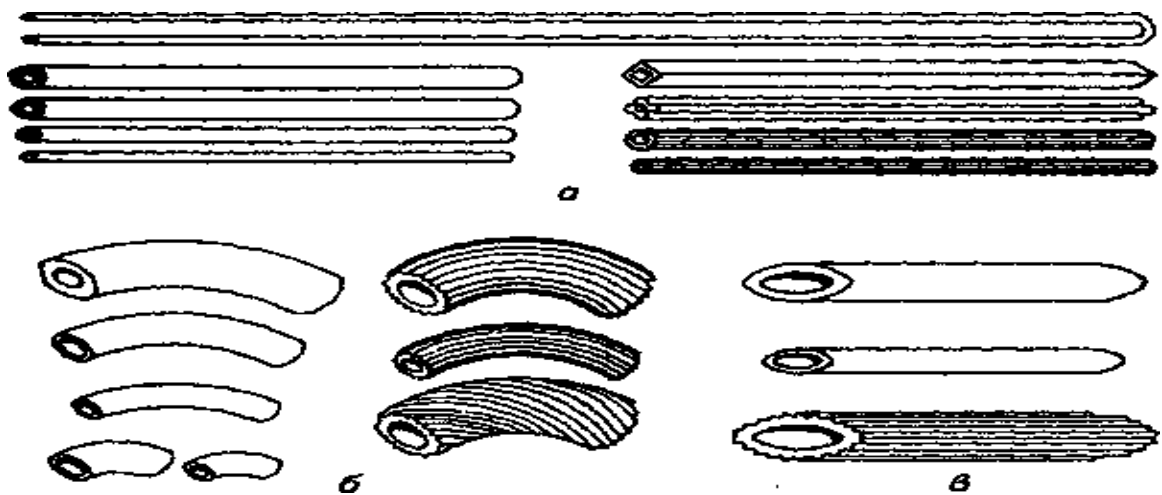


Рис. 37. Трубчасті вироби
а – макарони; б – ріжки; в – пір'я

Залежно від поперечного перерізу кожний підтип трубчастих виробів ділять на *види* (табл. 29), причому форма перерізу може бути різноманітною: круглою, квадратною, рифленою та ін. Переріз виробів визначається за зовнішнім діаметром.

Таблиця 29

Розподіл підтипів трубчастих виробів на види

Підтип	Вид	Переріз, мм	Товщина стінок, мм
Макарони, ріжки, пір'я	Соломка (крім пір'я)	До 4,0	Не більше 1,5 (допускається до 2,0 у кількості не більше 5 % від маси виробів в одиниці упаковки)
	Особі	4,1–5,5	
	Звичайні	5,6–7,0	
	Любительські	Понад 7,0	

Вермішель (рис. 38) також може мати різноманітну форму перерізу: круглу, квадратну, еліпсоїдальну та ін. Залежно від розміру перерізу вермішель розподіляють на такі види: павутинка (не більше 0,8 мм), тонка (0,9–1,2 мм), звичайна (1,3–1,5 мм), любительська (1,6–3,0 мм). За довжиною вермішель може бути короткою (короткорізаною) – довжиною не менше 1,5 см, та довгою (подвійною гнutoю або одинарною) – довжиною не менше 20 см, а за наявності в партії вермішелі понад 20 % виробів довжиною менше 20 см вона переводиться до розряду короткої.

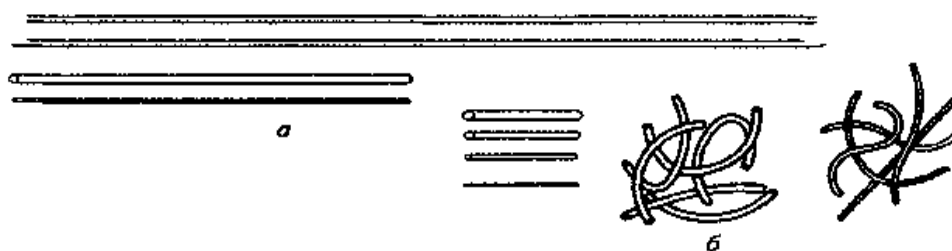


Рис. 38. Ниткоподібні вироби
а – довгі; б – короткорізані

Довгу вермішель іноземного виробництва називають *спагеті*.

Локшина (рис. 39) залежно від розмірів та форми виробляється різноманітних найменувань: з гладенькою або рифленою поверхнею; з прямими, пилоподібними, хвилеподібними та іншими краями. Ширина локшин повинна бути не менше 3 мм, а її товщина – не більше 2 мм. За довжиною локшину класифікують так само, як вермішель, а за наявності в партії локшини шириною до 10 мм понад 20 % виробів довжиною менше 20 мм її переводять до локшини короткої, а локшина шириною більше 10 мм при цьому показникові є нестандартною.

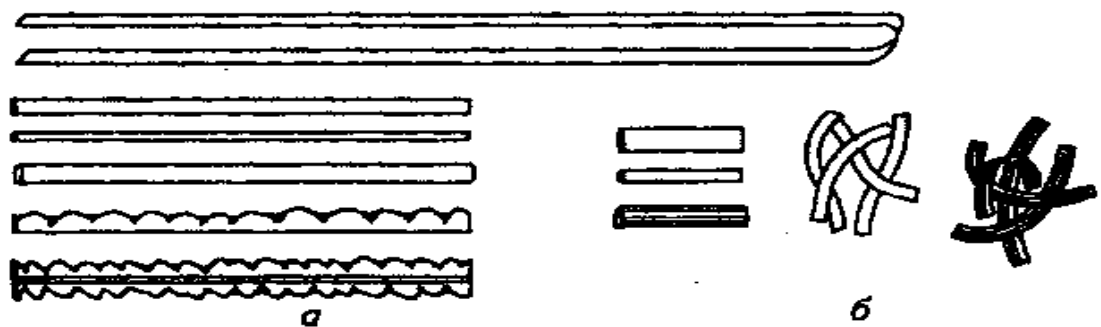


Рис. 39. Стрічкоподібні вироби (локшина):

а – довгі; *б* – короткорізані

Фігурні вироби (рис. 40) можуть випускатися різноманітної форми і розмірів. Максимальна товщина будь-якої частини на зломі для пресованих виробів повинна бути не більше 3,0 мм, для штампованих виробів – не більше 1,5 мм.



Рис. 40. Фігурні вироби:

а – ракушки;

б – гребінки;

в – бантики

(штамповані)

5.2. Сировина для виробництва макаронних виробів

Якість харчових продуктів, і, зокрема макаронних виробів зумовлюється двома основними факторами: якістю вхідної сировини і специфікою технологічних операцій її переробки. Основним видом сировини для виробництва макаронних виробів є борошно. До додаткової сировини відносять різноманітні збагачувальні та смакові домішки.

Збагачувальні домішки підвищують харчову цінність виробів, змінюють їх колір та смак. Такими домішками виступають яєчні (яйця, яєчний порошок, меланж) та молочні (сухе молоко, нежирний сир) продукти, а також деякі вітаміни – В₁, В₂ і РР.

Смакові домішки змінюють колір і додають специфічного смаку макаронним виробам. До таких домішок належать овочеві та фруктові пасти, пюре і порошки (наприклад, томатна паста, томатний, гарбузовий, буряковий порошки та ін.).

Основна сировина. Багатовікова практика виробництва макаронних виробів показала, що кращі макаронні властивості у борошна з твердих сортів пшениці, які відрізняються високою скловидністю та великим вмістом білка. Наприклад, ярових твердих: "Харківська – 46", "Харківська – 93"; озимих твердих: "Парус", "Одеська Ювілейна", "Корал Одеський" та ін. Для виготовлення макаронних виробів високої якості придатні також деякі сорти м'якої ярової високосклоподібної сильної пшениці.

Борошно, яке одержують помелом зерна м'якої пшениці з низькою мірою склоподібності (мучнисте зерно), використовується для виготовлення макаронних виробів тільки при браку продуктів помелу твердої та високосклоподібної м'якої пшениці. М'яка пшениця має низькі макаронні властивості.

За органолептичними та фізико-хімічними показниками борошно для макаронних виробів повинно відповідати вимогам державних стандартів (дрібка та напівдрібка твердої пшениці та дрібка і напівдрібка м'якої склоподібної пшениці). Макаронні

властивості борошна визначаються чотирма основними показниками:

- ◆ кількістю та якістю клейковини;
- ◆ вмістом фарбуючих каротиноїдних пігментів;
- ◆ вмістом темних краплень;
- ◆ крупнотою помолу.

Кількість та якість клейковини зумовлюють фізичні властивості (пружність, пластичність, міцність) випресованих сирих виробів, впливають на якість готового продукту, його харчову цінність. Найбільш велика міцність сирих виробів буває при вмісті в борошні сирої клейковини близько 28 %.

Аналіз зміни кулінарних властивостей макаронних виробів, виготовлених із борошна з різним вмістом клейковини, показує, що при вмісті в борошні 28–40 % сирої клейковини макаронні вироби мають нормальні кулінарні властивості, а саме: час варіння до готовності, збільшення маси (об'єму) зварених виробів, втрати сухих речовин в процесі варіння, міцність зварених виробів і ступінь їх злипання.

Зі зменшенням кількості клейковини в борошні нижче 28 % зменшується час варіння до готовності та міцність зварених виробів, збільшується злипання зварених виробів і кількість сухих речовин, які перейшли до води, взятої для варіння, вироби збільшуються в об'ємі.

Якість сирої клейковини впливає на втрату сухих речовин; чим вище розтяжність клейковини в борошні, тим більше сухих речовин переходить до води, взятої для варіння.

Слід зазначити, що вміст клейковини у вхідному борошні визначає білкову цінність макаронних виробів і зумовлює смак і аромат зварених виробів. Отже, впливає, що найбільш прийнятним для виробництва макаронних виробів є борошно із вмістом клейковини 30–32 % і більше.

Вміст каротиноїдних пігментів впливає на зовнішній вигляд виробів. Високий вміст каротиноїдів зумовлює приємний янтарно-жовтий колір виробів, що найбільш бажано для споживача.

Темними вкрапленнями є наявність у борошні частки оболонки, алеїронового шару, зародка пшеничного зерна і частки насіння інших культур, що виступають на поверхні макаронних виробів у вигляді темних крапок, погіршуючи зовнішній вигляд виробів. Крім того, наявність у борошні значної кількості периферійних частин зерна свідчить про підвищений вміст амінокислот і ферментів, зокрема, тирозину і поліфенолоксидази, що беруть участь в небажаному процесі потемніння макаронних виробів під час сушіння. Тому для виготовлення макаронних виробів бажано використовувати борошно вищого ґатунку.

Крупність помелу впливає на водопоглинальні властивості борошна, отже, на фізичні властивості тіста і сирих виробів. Сирі вироби мають оптимальні співвідношення міцних та пружньо-пластичних характеристик при пресуванні дрібного борошна з частками розміром від 250 до 350 мкм.

Перевагою дрібного борошна перед порошкоподібним є більша плинність (не утворює зводів в бункерах) та менше розпилення під час транспортування.

Для приготування макаронного тіста використовують тільки питну воду. Санітарна придатність води для харчової мети встановлюється за наявністю у ній загальної кількості мікроорганізмів та окремо – шлункової палички. Жорсткість води суттєво не впливає ні на хід технологічного процесу, ні на якість готових виробів, тому для замісу тіста можна використовувати воду будь-якого ступеня жорсткості.

Для замісу макаронного тіста звичайно використовують теплу воду при температурі 40...60 °С, яку одержують змішуванням холодної водопровідної та гарячої води у потрібному співвідношенні.

Додаткова сировина. Яєчні продукти. Підготовка яєць на макаронній фабриці – операція складна, тому використовують яєчний порошок або меланж. Яєчний порошок одержують висушуванням яєчної маси. Він має світло-жовтий або яскраво-жовтий колір, однорідний по всій масі, порошкоподібну структуру з грудочками, які легко роздавлюються. Смак і запах порошку повинні бути властивими висушеному яйцю, без сторонніх присмаків і запахів.

Порошок зберігають за температури не більш 20 °С і відносної вологості повітря 65–75 % протягом 6 міс, за температури не більш 2 °С і відносної вологості повітря 60–70 % – до двох років від дня вироблення.

Яєчний меланж: являє собою звільнену від шкаралупи заморожену при температурі мінус 18 °С суміш яєчних білків і жовтків в природній пропорції.

Консистенція меланжу повинна бути твердою в замороженому стані і рідкою, однорідною після розморожування; колір – темно-оранжевий в замороженому стані і від світло-жовтого до світло-оранжевого після розморожування; запах і смак – властивий даному продукту, без сторонніх запахів і присмаків.

Іноді меланж виробляють з доданням невеликої кількості солі або цукру. В цих випадках смак його повинен бути солонуватим або солодкуватим.

Допускається наявність в меланжі градинок. Присутність же осколків яєчної шкаралупи та інших сторонніх домішок не дозволяється. Вологість меланжу повинна бути не більше 75 %, вміст жиру – не менше 10 %, білка – не менш 10 %, кислотність – не більше 15 °Т, температура в центрі маси – не вище мінус 5 °С.

Меланж зберігають при температурі від мінус 5 до мінус 8 °С до 8 міс. Після розмороження меланж можна зберігати не більш 4 год.

Молочні продукти. *Сухе молоко.* Являє собою порошок, отриманий висушуванням цілісного або знежиреного коров'ячого молока. Смак сухого молока повинен бути властивим пастеризованому молоку, колір – білим або кремовим, вологість – від 4 до 5 % (залежно від вигляду упаковки), вміст жиру (в сухому цілісному молоці) – не менше 25 %, кислотність – не більше 20–21 °Т.

Сухе молоко в нерозпакованій тарі зберігають за температури 1...10 °С і відносній вологості повітря не вище 85 % не більш 8 міс. від дня вироблення.

Сир одержують зсіданням білків молока з наступним відділенням їх від сироватки пресуванням. У макаронному виробництві використовують знежирений і 9 %-ної жирності сир.

За органолептичними і фізико-хімічними показниками знежирений сир повинен задовольняти наступним вимогам. Смак і запах кисломолочні, без сторонніх присмаків і запахів. Консистенція ніжна, допускається неоднорідна, пухка. Колір білий з кремовим або жовтуватим відтінком. Вологість не більше 80 %, кислотність – не вище 240 °Т.

Сир зберігають в металевих флягах або пропарених бочках за температури 2...6 °С при відносній вологості повітря 80–85 % не більше 36 год. Заморожений сир слід зберігати в холодильнику при температурі від мінус 14 до мінус 18 °С до 4 міс. За відсутністю холодильної установки сир можна зберігати не більш 12 год.

Сухий молочний харчовий білок виробляють із знежиреного молока після осадження хлоридом кальцію і диспергування отриманого напівфабрикату вологого білка. У вигляді диспергенту використовують знежирене молоко й обрат. Після диспергування білкову суспензію сушать на розпилювальній сушарці.

Сухий молочний харчовий білок повинен задовольняти наступним вимогам: смак і запах чистий, свіжий, молочний, злегка солодкуватий, властивий пастеризованому знежиреному молоку і обрату; консистенція суха, дрібнорозпилений порошок; колір білий,

з легким кремовим відтінком. Вологість не більш 10 %, кислотність не вище 70 °Т.

Сухий молочний харчовий білок упаковують у багатошарові паперові мішки з поліетиленовими вкладками по 20–30 кг. Зберігають у сухих приміщеннях, що добре провітрюються, при температурі не більш 10 °С і відносній вологості повітря не вище 70 % до 6 міс.

Вітаміни. Вітаміни, які використовуються для приготування макаронних виробів, повинні відповідати двом основним вимогам: бути термостійкими, тобто не розкладатися в процесі варки макаронних виробів і не втрачати своєї цінності, а також розчинятися у воді, щоб було зручно вносити їх при замішуванні тіста. Внаслідок цього у виробництві макаронних виробів можна використовувати вітаміни В₁, В₂ і РР.

5.3. Основні технологічні стадії виробництва

Характерною особливістю сучасного макаронного виробництва на підприємствах малої та середньої потужності є широке використання поточних ліній, які з'єднують в єдиний комплекс усі технологічні операції, починаючи від пуску сировини у виробництво і закінчуючи відправкою на склад готової продукції, що упаковується в різноманітну тару.

Технологічна схема виробництва макаронних виробів представлена на рис. 41.

5.3.1. Підготовка сировини до виробництва

Підготовка основної сировини. Підготовка борошна складається з підігріву у зимовий час до 10...20°С (для цього на підприємствах створюється запас борошна на 7 днів безперервної роботи), змішування, просіювання через контрольні сита (бурати, млинний розсів), магнітної очистки (перепуск борошна через магнітне поле), зважування.

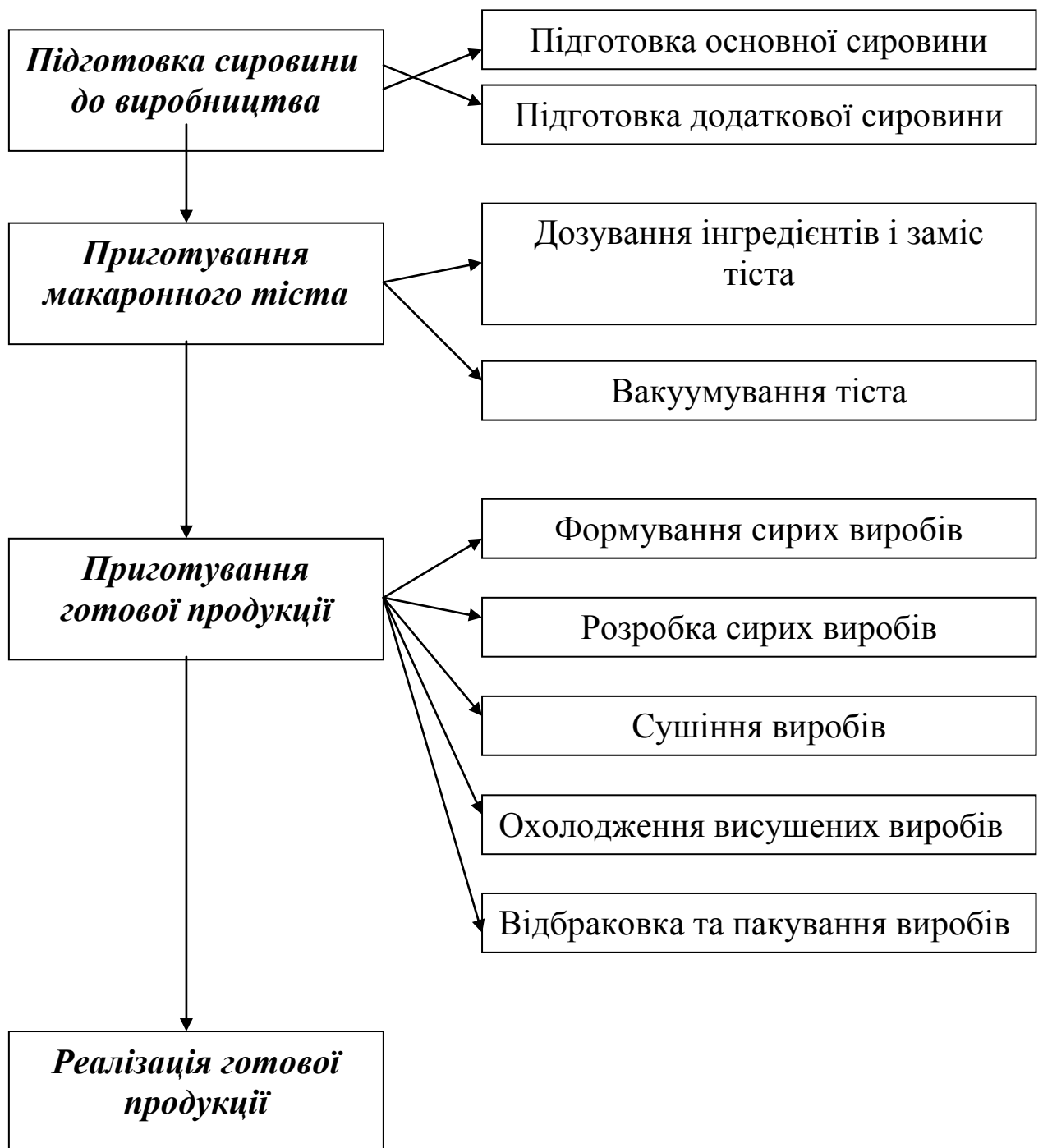


Рис. 41. Технологічна схема виробництва макаронних виробів

Борошно підігрівається в процесі його зберігання в приміщенні (сховищі), що опалюється, або під час його транспортування в трубопроводах і різноманітних механізмах системи постачання борошна.

Різноманітні партії борошна одного й того ж гатунку у визначеному співвідношенні змішують для покращання будь-якого показника якості однієї партії за рахунок іншої, у якій цей показник вищий (за основу приймають колір борошна, зольність, кількість та якість клейковини). Для визначення співвідношення партій борошна виконують розрахунок за методом середнього арифметичного. Наприклад: А і С величини будь-якого показника двох наявних партій борошна, причому $A > C$; потрібно отримати суміш В із середнім значенням цього показника (при цьому дотримуються умови $A > B > C$); у цьому випадку на 1 кг борошна партії А потрібно X кг борошна партії С:

$$X = (A - B) : (B - C).$$

При тарному способі зберіганні борошно змішують почерговим (у розрахованому співвідношенні) засипанням у завальну яму борошна різних партій; при безтарному зберіганні – за допомогою дозаторів, які подають борошно із силосів у виробництво. Дозатори регулюють таким чином, щоб борошно у потрібному співвідношенні надходило в збірний борошнопровід, а звідти – до просіювача. Для відділення випадкової суміші просіюють борошно, і більші за розмірами домішки відділяються від часток борошна. Для просіювання звичайно застосовують металеві сита з отворами розміром 1,4–1,6 мм.

Просіюють борошно також на розсіювачах типу буратів та розсівів, забезпечених металевими сітками. Магнітну очистку проводять для відділення від борошна феромагнітних домішок за допомогою постійних магнітів. Магніти розташовують на шляху руху борошна за звичаєм у двох місцях, тобто після просіювання та безпосередньо перед дозатором борошна макаронного пресу. Борошно у полі магнітів повинно рухатися шаром товщиною не більше 6–8 мм зі швидкістю не більш 0,5 м/с. Рекомендується очищувати магніти кожні 4 год. роботи.

Для обліку кількості борошно зважують, що передається зі складу до виробництва.

Підготовка додаткової сировини

Меланж: перед вживанням розморожують, розташовуючи у ванні з гарячою водою (45 °C) на 3–4 год. Перед відкриванням банки ретельно промивають. Меланж проціджують за допомогою сита з отворами діаметром не більше 3 мм. Меланж можна розбавити водою 1:1 для кращого проціджування. Розморожений меланж необхідно використати протягом 3–4 год.

Яєчний порошок та *сухе молоко* змішують приблизно з такою самою кількістю води (температура 40...45 °C) до сметаноподібної консистенції. Потім суміш виливають у бак для приготування домішок, куди заздалегідь вливають відстояну кількість води (тієї ж температури), розраховану за рецептурою замісу тіста. Отримана емульсія ретельно змішується до та під час надходження її до дозатора води макаронного пресу.

Сир перед пуском у виробництво ретельно протирають за допомогою сита з розмірами отворів не більш 2 мм (потім готують так само, як і яєчний порошок та сухе молоко).

Концентровані томатні продукти: перед відкриванням банки ретельно миють. Томатні продукти розчиняють у воді (температура 55...65 °C), кількість якої повинна бути розрахована за рецептурою.

Порошок із томатопродуктів підготовлюють так само, як і яєчний порошок та сухе молоко, однак вода повинна мати температуру 55...65 °C.

Вітаміни. Упаковку розчиняють тільки перед складанням вітамінної суміші. Вітаміни B₁ B₂, PP терmostійкі (та у кількостях, що використовуються), добре розчинні у воді, їх можна розчиняти безпосередньо у баках для приготування домішок.

5.3.2. Приготування макаронного тіста

Макаронне тісто за складом є найпростішим з усіх видів тіста, які використовуються для виробництва борошняних виробів. Воно готується з борошна та води, не підлягає бродінню чи штучному розрихленню. Внесення до тіста домішок майже не змінює його властивостей та характеристик. Спочатку тісто являє собою крихку масу із крихт та невеликих грудочок. Потім при подальшій обробці під тиском в шнековій камері воно перетворюється в зв'язану пластичну масу, придатну для формування.

Дозування інгредієнтів і заміс тіста. Складання і розрахунок рецептури.

Рецептура макаронного тіста залежить від якості борошна, типу виробів, способу сушіння і деяких інших чинників. У рецептурі наводять кількість і температуру борошна та води, вологість і температуру тіста, а при виготовленні виробів з харчовими домішками – дозування домішок. Звичайно кількість води та домішок показують у розрахунку на 100 кг борошна. Складання і розрахунок рецептури ведуть у такій послідовності.

1. Задають вологість тіста. Залежно від вологості тіста розрізняють три типи замісу:

- твердий (вологість тіста 28–29 %);
- середній (вологість тіста 29,1–31,0 %);
- м'який (вологість тіста 31,1–32,5 %).

При використанні борошна з низьким вмістом клейковини застосовують м'який заміс; а з липкою, тягучкою клейковиною – твердий.

Твердий та середній заміс використовують при виготовленні коротких виробів та подальшому касетному сушінні, що запобігає їх злипанню; середній і м'який заміси використовують при виробництві довгомірних виробів з подальшим підвішеним сушінням. Під час використання матриць з фторопластовими вставками вологість тіста понижують на 1,0–1,5 %.

Чим вища вологість тіста, тим більш рівномірно зволожені усі частки борошна, тим пластичніше тісто і воно легше піддається формуванню. Але менш вологе тісто має крихкувату структуру без великих грудок, гарно заповнює міжвитковий простір шнекової камери, дає сирі вироби, що добре зберігають форму, не зминаються і не злипаються.

2. За прийнятою вологістю тіста і відомою вологістю борошна (за даними лабораторних аналізів) розраховують необхідну кількість води B (л) для замісу за формулою:

$$B = M(W_T - W_M):(100 - W_T),$$

де M – дозування борошна, кг.

W_T і W_M – вологість відповідно тіста і борошна, %.

3. Задають температуру тіста:

- на вході до шнекової камери: 40 °С;
- перед матрицею: 50...55 °С.

У шнековому пресі при ущільненні та продавлюванні через матрицю температура тіста збільшується на 10...20 °С. Температура помітно впливає на структурно-механічні та реологічні властивості тіста, які у певній мірі визначають хід і результати пресування сирих виробів. Температура тіста змінюється під час його приготування.

Залежно від температури води розрізняють три типи замісу:

- гарячий (при температурі води 75...85 °С);
- теплий (при температурі води 55...65 °С);
- холодний (при температурі води нижче ніж 30 °С). Теплий заміс найбільш поширений. Він застосовується для борошна нормальної якості з вмістом клейковини не менше 28 %. Замішане тісто – середньокмкувате, з великим вмістом дрібних грудочок. Це тісто сипке, добре заповнює приймальні витки пресуючого шнеку. На теплій воді процес замісу відбувається швидше, ніж на холодній, швидше зволожуються частки борошна, утворюються

клейковинні нитки та скелет з них. Пластичність такого тіста полегшує формування виробів: поверхня їх більш гладенька, колір більш жовтий, ніж в інших замісах.

Якщо, використовується борошно зі зменшеним вмістом клейковини або необхідно отримати пружне в'язке тісто, для замісу необхідно брати воду з температурою 30...45 °С.

Гарячий заміс застосовують тільки для борошна з вмістом клейковини більше 38 % та надмірно пружним за якістю у тому випадку, коли необхідно одержати менш в'язке і достатньо пластичне тісто. Однак гарячий заміс має певні недоліки: частина білків борошна з гарячою водою (температура 75...85 °С) денатурується, у результаті чого тісто втрачає еластичність і зв'язність.

Холодний заміс застосовують при формуванні виробів складної форми, для одержання дуже в'язкого та пружного тіста, а також під час виготовлення виробів, призначених для тривалого зберігання.

При виробництві макаронних виробів із збагачувальними і смаковими харчовими домішками в рецептурі замісу тіста вказується також дозування додатків.

У разі необхідності в рецептурі може передбачатися додавання відходів для повторної переробки. Відходами є незакислі обрізки кінців сирих макаронів (які не втратили харчову якість), отриманих при розділці, деформовані, зліплені, розтріскані вироби, тісто з пресових та передматричних камер, тубусів пресів, розсип в сушарках, дрібка, отримана при пакуванні, фасуванні і т. п.

Сирі здрібнені обрізки, які додають у тістовимішувач кількістю до 15 % маси борошна, не знижують якості готових виробів.

Сухі відходи на установках подрібнюють у дрібку з частинками розміром (діаметром) до 1 мм і в такому вигляді додають у завальну яму або силоси для борошна в кількості до 10 % від маси борошна. Відходи вторинної переробки бажано додавати в короткорізані макаронні вироби (вермішель і локшину).

На невеликих підприємствах за відсутністю здрібнюючих установок сухі відходи замочують у баках з водою (температура

65...70 °C) протягом до 30 хвилин запобігаючи закисанням відходів. Потім зливають лишок води і масу додають невеликими порціями до тіста, що замішується.

Термін "заміс" для макаронного тіста застосовується умовно. У тістовимішувачі макаронного шнекового пресу не одержують цілком готового тіста. Тут лише попередньо змішують його інгредієнти до утворення крихкоподібної маси.

Приготування тіста починається з дозування інгредієнтів. У тістовимішувальне корито борошно подається тонким шаром безперервно за допомогою дозатора. Далі потік борошна, що падає, змішується з водою, яка подається з іншого дозатора у вигляді найдрібніших струменів чи бризок. З першої миті зіткнення цих компонентів починається процес зв'язування води колоїдами борошна з набряканням останніх. Замість макаронного тіста здійснюється у тістовимішувачах безперервної дії. У тістовимішувач надходять вода і борошно за допомогою дозаторів борошна і води, які працюють синхронно. При виготовленні макаронних виробів з домішками після розчинення у воді або після приготування водної емульсії домішки потрапляють до тістовимішувача через дозатор води.

Перед початком замісу проводять контроль роботи дозаторів. Для цього збирають борошно і воду, які подаються дозаторами до тістовимішувача у протягом 2–5 хв, і визначають їхню масу. Після цього здійснюють регулювання дозаторів. Потім вмикають тістовимішувач. Для гарного промісу перших порцій тіста засувка вихідного отвору першого корита повинна бути зачинена до тих пір, доки корито тістовимішувача не заповниться тістом на 2/3 об'єму. Далі відкривають засувку, і тісто надходить або до наступного корита (у багатокоритних пресах), або до шнекової камери (в однокоритних пресах). Під час замісу тіста крохмальні зерна та білки борошна поступово бубнявляють.

Тісто, що замішується з дрібки або напівдрібки, потребує більшої тривалості замісу, ніж тісто з хлібопекарського борошна, оскільки волога проникає усередину щільних дрібчастих частинок

значно повільніше, ніж усередину дрібних частинок хлібопекарського борошна. Тривалість замісу під час виготовлення виробів з дрібки або напівдрібки повинна бути близько 20 хв. Така тривалість забезпечується трикоритними тістовимішувачами (прес серії ЛПШ, а також фірм "Брайбанті" (Італія) та "Бассано" (Франція)).

При замісі тіста з дрібчастих продуктів помелу твердої пшениці в однокоритних пресах, розрахованих на тривалість замісу 8–9 хв (прес серії ЛПЛ), або у двокоритних з 13–14-хвилинним замісом (прес ЛМБ) волога не встигає рівномірно розподілятися за всією масою тіста, а частинки білка не бубнявлюють у достатньому ступені. У результаті при пресуванні тіста не відбувається міцного злипання крохмальних зерен з частинками білку, бо не створюється міцний клейковинний скелет. Вироби, що випресовуються, недостатньо пластичні, на їх поверхні видно сліди непромісу – незволожені крупинки світлого кольору, які погіршують зовнішній вигляд продукції.

Оскільки кількість води, що додається при замісі макаронного тіста, недостатня для повного насичення крохмалю з білкових речовин борошна, тісто до кінця замісу має вигляд маси окремих зволжених частинок і грудок.

Можливі дефекти макаронного тіста пов'язані головним чином з надмірною вологістю (у цьому випадку тісто має великогрудчасту структуру і погано проходить у вихідний отвір) або з недостатньою вологістю (тісто має дрібногрудчасту структуру з відповідною кількістю незволжених частинок).

5.3.3. Вакуумування тіста

Вакуумна обробка тіста забезпечує поліпшення зовнішнього вигляду виробів у процесі подальшого сушіння. Якщо до або під час пресування з тіста не видалені пухирці повітря, то у сирих напівфабрикатів маленькі пухирці, які знаходяться під тиском і стиснуті, при нагріві під час сушіння поширюються та руйнують мікроструктуру виробів.

Деаерація тіста поліпшує зовнішній вигляд виробів (після сушки вони не мутніють), збільшує щільність і міцність сухих виробів, покращує кулінарні якості.

Оптимальний режим деаерації макаронного тіста на стадії його замісу: остаточний тиск 40–10 кПа; тривалість вакуумування 7–5 хв. При вищенаведеному режимі кількість повітря у масі готових виробів становить: у výroбах з дрібки 0,8 %; з напівдрібки 0,9 %, з хлібопекарського борошна 1%.

5.3.4. Приготування готової продукції

Формування сирих виробів. Формування сирих макаронних виробів полягає у випресуванні ущільненого тіста крізь отвір матриці для одержування виробів визначеної форми. Невелика частина макаронних виробів різної форми штампується з тістової стрічки, яка одержується випресуванням тіста крізь щілевидну матрицю.

Мета пресування – укомпактувати змішане тісто, перетворити його в однорідну зв'язану тістову масу, а потім придати їй певну форму, відформувати її. При пресуванні тіста у шнекових пресах безперервної дії в приймальну частину шнекової камери з останнього корита тістовимішувача надходить сипка маса зволжених грудочок та крихт. Шнек у цій частині працює як транспортуючий механізм, який переміщує сипкий продукт.

Потім частинки тіста, поступово стикаючись одна з одною, стискаються. Відбувається укомпактування тістової маси. Повітря, що заповнює простір між частками тіста, витісняється у бік завантажувального отвору шнекової камери. Тиск від нуля збільшується до максимального розміру, і тісто перетворюється у щільну зв'язану масу. Далі ущільнене макаронне тісто нагнітається шнеком у предматричну камеру та, подолавши опір матриці, продавлюється крізь канали. Тісто формується, тобто одержують сирі макаронні вироби певної форми, яка визначається конструкцією формувальних матриць. Наприклад, отвори круглого перетину будуть давати вермішель, прямокутного – локшину та ін.

Від правильності ведення процесу формування залежать зовнішній вигляд продукту (колір, ступінь шорсткості поверхні), його щільність і міцність, варильні властивості.

Швидкість випресування макаронного тіста крізь формуючі отвори матриці (продуктивність пресу) залежить від пластичності тіста і ступеня прилипання його до поверхні формувальної щілини матриці.

Пластичність тіста регулюється зміною його вологості й температури. Із збільшенням вологості зростає швидкість випресування тіста, тому необхідно використовувати верхні межі рекомендованих значень вологості тіста. Із зростанням температури тіста до 70...75 °С швидкість випресування також зростає, однак при більших значеннях температури відбувається заварювання тіста; воно стає більш крутим, і швидкість випресування різко падає. Випресування тіста з температурою вище 55...60 °С приводить до різкого випарювання вологи з поверхні виробів, що заважає подальшій розробці сирих виробів (довгомірні вироби). Оптимальна температура тіста перед матрицею приблизно 55 °С.

Основним робочим органом макаронного пресу є матриця, яка й визначає тип і вид макаронних виробів. Макаронне тісто найбільш сильно прилипає до матриць, вироблених з неіржавкої сталі, менш – до матриць з латуні та бронзи, й ще менш – до матриць з фторопласту.

Прилипання тіста погіршує якість виробів, на їхній поверхні утворюються надриви та задирки, до того ж уповільнюється швидкість випресування. Прилипання тіста тим вище, чим менш якісно оброблена поверхня формувальної щілини.

До фторопласту макаронне тісто практично не прилипає. При використанні фторопластових вставок (в матрицях) отримують вироби з гладенькою поверхнею, а швидкість випресування виробів найбільша.

При пресуванні тіста в шнекових мініпресах циклічної дії макаронне тісто (у вигляді вологих грудків і крихт), що міститься у бункері тістовимішувача, який сполучений зі шнековою камерою,

подається шнеком крізь камеру пресування до матриці. У камері пресування ущільнюється макаронне тісто; повітря, що заповнює простір між частками тіста, витискається; тиск збільшується, і тісто перетворюється у щільну зв'язану масу.

Далі процес пресування макаронного тіста на мініпресах циклічної дії відбувається так само, як на пресах безперервної дії. У двобункерних мініпресах циклічної дії водночас з процесом пресування макаронного тіста відбувається заміс тіста у паралельно встановленому вільному бункері (бункері замісу). Потім при витраті тіста у бункері, сполученому з камерою пресування (бункер пресування), тісто з бункера замісу перевантажується у бункерпресування, а в бункер замісу знов завантажуються початкові компоненти тіста.

Розробка сирих виробів здійснюється безпосередньо після випресування. Розробка полягає в обдуванні, різанні та розкладанні (або розвішуванні) відформованих сирих виробів. Мета цієї сукупності операцій – приготування маси випресуваних виробів до сушіння. Від якості виконання вищевказаних операцій залежать: продуктивність сушильного обладнання, витрати сировини та якість макаронних виробів.

Обдування. Сирі вироби для швидкої підсушки їхньої поверхні обдуваються повітрям з метою зниження пластичності та придання їм пружності та стійкості до деформацій.

Обдування здійснюють повітрям формувального відділення, яке має температуру 25 °С і відносну вологість 60– 70 %. При цьому відносна вологість сирих виробів знижується на 2– 3 %.

При використанні сушки для довгомірних виробів (на бастунах) обдування необхідно проводити дуже уважно, уникаючи надмірної підсушки поверхні виробів, особливо зовнішньої. У такому разі може статися розламування верхнього шару виробів у місцях перегину та падіння їх з бастунів (зсип) безпосередньо при розвішуванні або в процесі висушування.

Витрата повітря на обдування залежить від швидкості проходження продукту через зону продувки. У середньому це 4–5 м на 1 кг сирих виробів.

Різання та розкладання. Призначення різання – отримати продукт певної довжини, зумовлений стандартом. Відформовані та підсушені макаронні вироби розрізаються на потрібну довжину ріжучими механізмами та для сушіння розкладаються на сушильних поверхнях (короткорізані та довгомірні на лініях фірм "Бассано" (Франція) або вкладаються у лоткові касети (макарони при касетному способі сушіння), або розвішують на бастуни (довгі вироби при підвісному способі сушіння).

Різання короткорізаних виробів здійснюють двома способами: сковзанням ножа по площині матриці або в підвішеному стані (звисаюча прядка ріжеться на деяку відстань від матриці). Фігурні вироби та ріжки ріжуть першим способом, пір'я – другим. Короткорізані вермішель, локшина можуть різатися обома способами, але в другому випадку вироби виходять більш прямими, з'являється можливість більш інтенсивної обдувки.

Спосіб розкладання виробів залежить від сушки. Сушіння короткорізаних виробів взагалі відбувається на стрічках парових конвеєрних сушарок шаром товщиною від 2 до 5 см. Товщина шару залежить від вигляду виробів і регулюється зміною швидкості руху стрічок.

Під час сушіння лоткові касети, з вологими макаронами встановлюють у сушильні шафи одна на одну для рівномірного сушіння та отримання виробів гарної якості.

При виробництві довгомірних виробів на лініях фірми "Бассано" (Франція) попереднє сушіння відбувається на рамках, на яких сирі вироби складають в один шар.

Сушіння виробів. Сирі макаронні вироби є вигідним середовищем для проходження різноманітних мікробіологічних процесів. Щоб запобігти цим процесам, сирі макаронні вироби підлягають консервуванню висушуванням до вологості не більш

13%. Від правильності сушіння залежить міцність виробів. Дуже інтенсивне сушіння викликає появу в сухих виробах розколин, а дуже повільна – закисання виробів.

Сушіння потрібно закінчувати при досягненні виробами відносної вологості 13,5–14,0 % для того, щоб після охолодження перед пакуванням вологість їх становила трохи менше 13 %. Форми зв'язку води в колоїдно-капілярно-поруватих матеріалах, до яких відносять макаронне тісто і сирі макаронні вироби, розподіляють на три види: хімічну, фізичну та фізико-механічну. У макаронному тісті і сирих виробах спостерігаються переважно дві перші форми зв'язку води.

Хімічно зв'язана вода входить до складу молекул речовини і може бути видалена з нього тільки хімічною взаємодією чи прогартовкою.

Під час сушіння хімічно зв'язана вода (вода) не видаляється.

Фізико-хімічний зв'язок води включає два види: адсорбційний та осмотичний. У макаронному тісті і сирих виробах велика кількість води зв'язана осмотично.

Під час сушіння макаронних виробів спочатку видаляється найменш міцно зв'язана осмотична вода, а потім – адсорбційна. Окрім того, в першу чергу віддається вода, що утримується крохмалем, а потім – білками. Під час сушіння продукту вода, яка міститься в ньому, перетворюється на пару і зникає. Для перетворення води на пару необхідно витратити певну кількість теплової енергії. Залежно від способу передачі теплоти матеріалу розрізняють декілька способів сушіння. Для сушіння макаронних виробів звичайно застосовують конвективний спосіб сушіння.

Конвективний спосіб сушіння ґрунтується на тепло- та водообміні між матеріалом, що висушується (сирі макаронні вироби, напівфабрикати), і нагрітим повітрям (агент сушіння).

Процес сушіння полягає у підводі тепла до поверхні матеріалу, перетворенні води на пару та видаленні пари з поверхні матеріалу. За такою схемою відбувається видалення осмотично

зв'язаної вологи. Адсорбційно зв'язана волога перетворюється на пару всередині матеріалу та у вигляді пари пересувається до його поверхні.

Вибираючи і розробляючи режими сушіння, необхідно враховувати дві основні особливості макаронних виробів як об'єкта сушіння:

У разі зниження вологості виробів від 29–30 до 13–14 % скорочуються їх лінійні і об'ємні розміри (усадка) на 6–8 %.

У процесі висушування змінюються структурно-механічні властивості виробів.

Характер зміни структурно-механічних властивостей макаронних виробів, що висушуються, у значній мірі визначається параметрами сушильного повітря, насамперед його температурою і вологістю.

Наразі залежно від температури повітря використовують три основних режими конвективного сушіння макаронних виробів:

- ◆ традиційні низькотемпературні режими, коли температура сушильного повітря не перевищує 60 °С;
- ◆ високотемпературні режими, коли температура повітря на певному етапі сушіння досягає 70... 90 °С;
- ◆ надвисокотемпературні режими, коли температура повітря перевищує 90 °С.

Оптимальним режимом сушіння треба вважати такий режим за якого виходять вироби нормальної якості (за прозорістю і кислотністю) з якнайменшою тривалістю сушіння та витратами енергії. Потрібно дотримуватися таких режимів сушіння, які максимально наближені до оптимальних. Тривалість сушіння макаронних виробів повинна бути не менше 12 год.

Охолодження висушених виробів. Макаронні вироби на виході з сушарки мають приблизно таку температуру, як агента сушки. Перед пакуванням макаронні вироби необхідно охолодити до температури пакувального відділення. Переважним є повільне охолодження протягом не менше 4 год, під час якого вироби

обдуваються повітрям за температури 25...30 °С з відотною вологістю 60–65 %. При цьому відбувається стабілізація виробів: остаточно вирівнюється вологість по всій товщині виробів, зникає внутрішня напруга зрушень, які могли залишитися після інтенсивної сушіння виробів, знижується маса охолоджувальних виробів у зв'язку з випарюванням з них вологи (0,5– 1,0%).

Швидке охолодження висушених виробів інтенсивним обдуванням в охолодниках різних конструкцій або охолодження їх на стрічкових транспортерах при постачанні на пакування небажано. Хоча вироби за короткий час (5 хв) встигають охолонути до температури цеху, подальша усушка не відбувається, але зростає внутрішня напруга зрушень.

Якщо вироби підлягали інтенсивному сушінню, то їх розтріскування та перетворення на уламки і крихти може бути вже після пакування, що збільшує кількість браку та погіршує попит на вироби.

5.3.5. Відбракування та пакування виробів

Наприкінці сушки і стабілізації (або швидкого охолодження) макаронні вироби підлягають сортуванню (відбракуванню). Коли вироби сортують, то видаляють недосушені, розтріскані, дуже деформовані, з підвищеною кислотністю, плісняві і т. п.

Особливу увагу треба приділяти сортуванню макаронів, висушених у лоткових касетах, і короткорізаних виробів, висушених у сушарках, у яких можуть з'являтися злипки через нерівномірне видалення вологи і злипання виробів під час сушки.

Ознаки нестандартної продукції: присутність злипків і грудок, пліснява, наявність сторонніх домішок, підвищені кислотність та вологість, велике скривлення та підвищена шорсткість, темний колір.

Перед пакуванням продукцію необхідно піддавати ретельному магнітному контролю, особливо короткорізані вироби, які піддавались сушці на конвеєрах. Для цього пакувальні столи та

віброохолоджувачі треба устаткувати магнітними вловлювачами, які затримують пилоподібні частинки металу. На пакувальних столах треба встановлювати також металеві сітки для відсіювання борошняного пилу.

Після ретельного магнітного очищення кожен партію виробів, на вибір, контролюють у лабораторії і тільки після цього пакують і здають на склад готової продукції. Готові макаронні вироби або фасують, або пакують насипом.

Пакування виробів у споживацьку (дрібну) тару здійснюється на автоматах, напівавтоматах або вручну.

При ручному фасуванні використовують торговельні (настільні) ваги або мініфасівники. Відхилення у масі фасованих у спожиткову тару макаронних виробів не повинно перевищувати 1 % від середньої маси 10 одиниць фасування, при масі до 1000 г, і 2 % від маси одиниці фасування при масі 1000 г.

Спожиткова тара: коробки, пакети (поліетиленові, целофанові). На спожитковій тарі повинні бути вказані товарний знак, рисунок, рецептура, правила варіння виробів. Під час пакування макаронних виробів у пакети з прозорого матеріалу всередину пакета повинна бути вкладена етикетка. Фасовані у спожиткову тару вироби укладають потім у зовнішню (велику) тару – ящики або коробки.

Пакування макаронних виробів насипом роблять у зовнішню тару, яка повинна містити не більше 30 кг. Велика тара: короби, ящики, мішки з товстого паперу харчових марок.

5.3.6. Реалізація готової продукції

Перед реалізацією готової продукції здійснюють її тимчасове зберігання. Зберігають макаронні вироби в чистих, добре провітрюваних приміщеннях, не заражених амбарними шкідниками, при температурі не вище 30 °С та відносній вологості повітря не більше 70 %. Не можна зберігати вироби разом з товарами, що мають специфічний запах, тому що макаронна продукція вбирає цей запах.

Макаронні вироби не бояться низьких температур, тому їх можна зберігати в сухих неопалювальних приміщеннях.

Продукцію, упаковану в ящики з картону, складають не більш ніж в сім рядів, а упаковану в паперові мішки – не більш ніж в шість рядів.

Термін зберігання макаронних виробів, виготовлених без домішок, становить 12 міс; термін зберігання макаронних виробів, виготовлених з домішками яєць та молока, – п'ять місяців, з домішками томатопродуктів – три місяці.

Щоб запобігти зараженню продуктів шкідниками, необхідно дотримуватись правил транспортування та зберігання, а також систематично проводити профілактичні заходи для запобігання можливості зараження: ретельно перевіряти зараженість борошна, готових виробів і тари; утримувати всі приміщення та обладнання підприємства у чистоті; підлога, стеля та стіни складських приміщень повинні бути щільними. На вентиляційних каналах слід установлювати сітки тощо.

До винищувальних заходів відносяться дезінфекція, дезінсекція, дератизація. Ці заходи систематично проводить спеціальне бюро за безпосередньої участі адміністрації та санітарного лікаря. Пуск підприємства після загальної газової, рідинної або порошковидої дезінсекції повинен проводитися тільки з дозволу Держсанінспекції.

5.4. Основні показники якості макаронних виробів

Якість макаронних виробів оцінюють за органолептичними, фізико-хімічними, показниками та кулінарними властивостями (рис. 42). Колір, якість поверхні, злам, форма характеризують зовнішній (товарний) вигляд виробів.

Колір повинен бути однотонним з кремовим або жовтуватим відтінком, згідно з гатунком борошна. Ознак непромісу не повинно бути. Колір виробів з харчовими домішками відповідно змінюється. Прийнятими кольорами макаронних виробів є золотисто-жовтий та

янтарний, що одержуються при виробництві їх із дрібки твердої пшениці. Дрібка склоподібної м'якої пшениці дає виробу кремово-жовтий колір, а хлібопекарське борошно вищого ґатунку – виробу світло-кремового кольору. Напівдрібка твердої пшениці дає виробу з коричневим відтінком, а напівдрібка м'якої склоподібної пшениці та хлібопекарське борошно 1 ґатунку – з сірим відтінком.

Гладенька поверхня надає насиченість кольору виробів, а шорстка – білий відтінок.



Рис. 42. Основні показники якості макаронних виробів

Швидке вилучення вологи на першій стадії сушіння веде до отримання виробів світлого тону, а повільне може сприяти потемненню виробів.

Поверхня макаронних виробів повинна бути гладенька. Допускається незначна шорсткість.

При формуванні виробів на матрицях з фторопластовими вставками у формувальних щілинах вироби завжди мають гладку поверхню. Під час використання матриць без вставок більш вологе тісто дає вироби з менш шорсткою поверхнею.

Злам виробів повинен бути скловидним. Білий, борошністий злам може викликатися недостатньою кількістю клейковини (менше 25 % вологої), недостатнім тиском пресування (менше 7 МПа) або сильним перетиранням тіста в шнековій або передматричній камері.

Форма виробів повинна бути правильною, відповідно до їх найменування. В макаронах, пір'ї, довгій вермішелі та локшині допускаються невеликі згиби та скривлювання, в короткорізаній вермішелі та локшині – скривлювання. Допустимий вміст деформованих виробів наведено у табл. 30.

Таблиця 30

Допустимий вміст деформованих виробів

(в % за масою)

Види виробів	Гатунок виробів	
	вищий	перший
Розфасовані вироби: макарони ріжки, пір'я, локшина та фігурні	1,5	2,0
	5,0	5,0
Розвішені вироби: макарони ріжки, пір'я, локшина та фігурні	2,0	5,0
	7,0	10,0

До деформованих виробів відносять:

– трубчасті вироби, неправильної форми, або вироби, що мають повздовжній розрив, зім'яті кінці або значні скривлення (у макаронів та пір'я);

– локшину, яка зібрана у складки або має невластиву даному видові форму;

– фігурні вироби, що мають невластиву цьому видові форму, зім'яті повністю або частково.

Порушення форми виробів відбувається головним чином через надмірну вологість тіста, дефекти матриці (задирки у формувальних щілинах, перекіс вкладок і т. ін.) у випадках неохайного розділення сирих виробів.

Смак і запах повинні бути притаманними (або відповідними) макаронним виробам, без присмаку гіркоти, затхлості, запаху плісняви та інших сторонніх присмаків і запахів. Для виробів з домішками смак відповідно змінюється.

Перелічені показники залежать у першу чергу від якості початкового борошна. Якщо борошно не має сторонніх присмаків і запахів, то чим більше у ньому клейковини, тим більш приємний смак та аромат будуть мати зварені макаронні вироби. З борошна з малим вмістом клейковини одержують вироби крохмалистого, борошнистого смаку.

Стан виробів після варіння. Під час варіння до готовності макаронні вироби не повинні втрачати форму, склеюватися між собою, утворювати грудки, розвалюватися.

Кулінарні властивості макаронних виробів характеризуються звичайно певними показниками: тривалість варіння до готовності, кількість увібраної води, втрата сухих речовин, міцність зварених виробів, ступінь злипання. Ці показники свідчать про смакову якість макаронних виробів і ступінь їх засвоювання.

Тривалість варіння до готовності та втрата сухих речовин визначають споживну цінність макаронних виробів. На кулінарні властивості макаронних виробів так чи інакше впливає щільність виробів, яка визначається тиском пресування, якістю борошна

(кількість та якість клейковини), форма виробів і ступінь шорсткості поверхні.

Чим вище щільність виробів, тим менше сухих речовин переходить до води під час варіння, тим міцніші вони після варіння та краще зберігають форму. Однак з підвищенням щільності виробів збільшується тривалість варіння їх до готовності та знижується кількість увібраної при варінні води.

Із зменшенням кількості клейковини в борошні, з якого виготовлені макаронні вироби, скорочується тривалість варіння до готовності та міцність зварених виробів, підвищується об'єм увібраної води та кількість сухих речовин, що перейшли у воду під час варіння, а також злипання зварених виробів. Встановлено, що макаронна продукція має нормальні кулінарні властивості при вмісті сирої клейковини в борошні від 25 до 40 %.

Якість сирої клейковини впливає головним чином на втрату сухої речовини: чим вище розтягнення клейковини борошна, тим більше сухої речовини переходить до води взятої для варіння.

Форма виробів впливає в першу чергу на тривалість варки їх до готовності: із збільшенням товщини стінок виробів зростає тривалість варіння. З підвищенням ступеня шорсткості виробів збільшується втрата сухої речовини, але скорочується тривалість варіння до готовності.

Вологість. Вологість макаронних виробів є важливим показником товарної якості і визначає здатність виробів зберігатися протягом тривалого часу, не піддаючись псуванню (закисанню та пліснявінню). Вологість також є важливим фактором, що визначає вихід – витрату борошна на 1 т готової продукції. Вологість макаронних виробів не повинна перевищувати 13 %, виробів для дитячого харчування – 12 %.

Кислотність. Кислотність є важливим показником якості, що характеризує смакові позитивні якості та ступінь свіжості макаронної продукції. Вона зумовлюється в першу чергу кислотністю борошна. Крім того, кислотність може підвищитись під час замісу та сушіння виробів, при додаванні під час замісу до

тіста закислих сирих або сухих відходів, а також тіста або напівфабрикатів, які тривалий час знаходились у вологому стані (при зупинці пресу на тривалий термін, тривалій сушці сирого напівфабрикату при температурі 30...40 °С, зупинках технологічних ліній).

При нормальному веденні технологічного процесу кислотність виробів збільшується у порівнянні з кислотністю борошна не більш як на 10 %.

Для усіх видів виробів, крім томатних, кислотність повинна бути не більше 4° Т, а для всіх видів з домішками томат-продуктів – 10 °Т.

Міцність макаронів, вміст уламків та дрібки. Макаронними уламками називають уламки та обрізки макаронів довжиною від 5,0 до 13,5 см, а також макарони, що не відповідають нормам міцності для даного гатунку та діаметра.

До дрібки відносяться уламки макаронів довжиною менше 5 см, пір'я довжиною менше 3 см, різки (соломка, особливі та звичайні) довжиною менше 1,5 см, різки (любительські) довжиною менше 3 см, вермішель і локшина довжиною менше 2 см, уламки фігурних виробів, а також різки та пір'я незалежно від розміру.

Неміцні макаронні вироби ламаються під час фасування під дією зусиль робочих органів фасувальних машин, а при пакуванні насипом і транспортуванні – під дією поштовхів та під впливом маси верхніх шарів виробів, які знаходяться у тарі. Оскільки немає належного методу визначення, тому міцність короткорізаних виробів приблизно відображують вмістом у них дрібки.

Величина міцності макаронних виробів зумовлюється режимом сушіння. Жорсткий режим, особливо на останніх стадіях вилучення вологи, призводить до появи в продукті розколин, до ослаблення його структури. Із зменшенням вологості макаронних виробів величина міцності збільшується.

Вміст металодомішок у макаронних виробах – 3 мг на 1 кг продукту (величина металодомішок – не більше 0,3 мм в найбільшому лінійному вимірі).

Макаронні вироби, подібно до зерна, борошна та інших зернопродуктів, можуть пошкоджуватись різноманітними шкідниками, комахами: амбарними кліщами, млинною та борошняною огнівкою, борошняними хрущаками та гризунами (миші, пацюки). Комахи можуть потрапляти на сировину та макаронні вироби як під час зберігання, так і під час транспортування. Наявність амбарних шкідників у макаронних виробках забороняється.

Контрольні запитання

1. Якість основної сировини для вироблення макаронів.
2. Якість додаткової сировини для вироблення макаронів.
3. У чому полягає підготовка сировини до виробництва макаронів?
4. Як проводять формування сирих виробів?
5. Які основні показники якості макаронних виробів?
6. Які умови зберігання готової продукції?

РОЗДІЛ VI

ВИРОБНИЦТВО ОЛІЇ

6.1. Сировина та її якість

До олійних належать культури, в насінні або плодах яких міститься не менше ніж 15 % олії. Таких рослин, що належать до різних ботанічних родин, налічується понад 340. Серед олійних розрізняють культури, які вирощують виключно для виробництва олії (соняшник, рицина, ріпак, кунжут, гірчиця, рижій, льон олійний, мак тощо), і рослини комплексного використання, з яких олію одержують як побічний продукт у процесі переробки (бавовник, соя, льон-довгунець, коноплі, арахіс тощо).

Соняшник – основна олійна культура в Україні. Насіння його сортів і гібридів містить олії від 50 до 60 %. Порівняно з іншими олійними культурами соняшник дає найбільший вихід олії з гектара. На соняшникову олію припадає 92 % загального виробництва олії в Україні. Крім олії, в насінні соняшнику міститься 33–57 % ліпідів, 25% загального азоту, 24–27% вуглеводів, 23–32 % клітковини. Серед жирних кислот стеаринової – 1,5–4,5; пальмітинової – 3,5–6,5; олеїнової – 24–40; лінолевої – 46–62 %.

Важливою технологічною особливістю соняшнику є міцність його оболонки. За характером руйнування вона поділяється на три групи: оболонки руйнуються на 2–3 частини; оболонки ламаються на 6–8 частин, на деяких залишається смужка ядра; руйнується ядро, оболонка ламається в декількох місцях, на ядрі залишаються частинки оболонки.

Рицина. У насінні рицини міститься 50–55 % олії, в якій 81–96 % гліцеридів рицинолевої кислоти. В інших оліях її не виявлено. Рицинова (касторова) олія належить до групи невисихаючих (з йодним числом 82–86), дуже в'язка, слабо розчиняється в бензині та інших органічних розчинниках, не застигає за низьких

температур (мінус 12...18°C), спалахує за високих температур (300...310°C). Тому вона є неперевершеним за якістю мастильним матеріалом, особливо для авіаційних моторів і механізмів, що працюють у складних умовах півночі. Рицинову олію використовують у різних галузях промисловості, а також в медицині для виготовлення ліків. Насіння рицини містить токсичні речовини: рицин, рицинін, аперген.

Ріпак. Серед олійних культур родини капустяних озимий ріпак займає перше місце за вмістом олії в насінні (51 % слабовисихаючої олії з йодним числом 94–112), ярий ріпак має менший вміст напіввисихаючої олії – 35–45 % з йодним числом 101. Крім того, в насінні озимого ріпака міститься до 20%, ярого ріпака – 21–30 % білка і понад 17 % вуглеводів. У складі ріпакової олії є значна кількість шкідливої для організму ерукової (35–40 %) і лінолевої (10–13 %) кислот, які погіршують її харчові якості.

Останнім часом виведено сорти, в олії яких немає ерукової кислоти, а вміст олеїнової кислоти доведено до 60–70 %, що значно поліпшує її харчові властивості і наближає за якістю до соняшникової олії. Ріпакову олію безерукових сортів широко використовують у їжу, а також у кондитерській, консервній, харчовій промисловості; олію звичайних сортів ріпаку –лише після рафінування. Її застосовують у миловарінні, текстильній, металургійній, лакофарбовій та інших галузях промисловості.

Гірчиця. Гірчична олія за своєю якістю не поступається соняшниковій. Насіння гірчиці сарептської містить олії 35–47 %, білої – 30–40 %. Крім того, в насінні гірчиці є 25–32 % білка, до 1,7 % ефірної олії. Гірчична олія містить до 33 % олеїнової кислоти, до 20 – лінолевої, до 10 – ліноленової, ерукової, до 27 % ейкозанової, число омилення 170–184, йодне число сарептської 102–108, білої – 92–122. Насіння гірчиці сарептської містить 0,5–0,7% ефірного (алілового) масла, білої – 0,1–1,1 %, яке використовують у косметичі та парфумерії. Гірчичну олію широко використовують для харчування, а також у консервній,

хлібопекарській, кондитерській, маргариновій, миловарній, фармацевтичній промисловості.

Рижі́й. Насіння рижію містить 25–46 % висихаючої олії (ліпідів), йодне число 132–153, число омилення 180–188, 28 % білка, 8% клітковини. В рижієвій олії міститься 24–27 % олеїнової кислоти, 13–45 % лінолевої, 20–23 % ліноленової. Рижієву олію використовують переважно для технічних цілей (виготовлення оліфи, мила зеленого, лаків). Придатна олія також для харчових цілей, хоча за смаковими властивостями вона значно поступається соняшниковій олії, маючи гіркуватий смак. Проте коли її потримати деякий час на холоді, гіркуватість зникає.

Льон олійний. Насіння льону олійного є сировиною для виробництва технічної олії. Доброякісну олію використовують у багатьох галузях промисловості: лакофарбовій для виготовлення натуральної оліфи, лаків, емалей, різних фарб для підводних робіт; електротехнічній, автомобільній, суднобудівній, а також у миловарній, медичній тощо. Насіння льону містить 29–44 % олії, 35 % білка, олія містить 9–11 % насичених і 15–30 % ненасичених кислот, з яких 15–30% лінолевої, 45–60 % ліноленової, 13–30 % олеїнової. Токоферолу міститься 49, каротину – 0,27–0,36 мг %.

Мак олійний. Насіння олійного маку містить 46–56 % висихаючої олії з йодним числом 131–143 та числом омилення 189–198, 20–25 % білка, 19 % вуглеводів, 5–7 % золи, 6–10 % клітковини. Макова олія, добута методом холодного пресування, тривалий час не гіркне, тому високо цініться в харчовій, кондитерській та консервній промисловості. Олію, одержану методом екстрагування, використовують для виготовлення оліфи, високоякісних фарб для живопису та вищих сортів мила.

Кунжу́т. Насіння кунжуту містить 50–65 % напіввисихаючої олії (йодне число 103–112, число омилення 187–197), 16–22 % білка, 13–19 % вуглеводів, білки містять велику кількість амінокислот. Олія складається на 90 % з олеїнової та лінолевої кислот. Кунжутова (сезамова) олія, одержана холодним

пресуванням, за смаковими якостями належить до кращих харчових олій і прирівнюється до прованської. Її використовують у харчуванні, кондитерській, консервній та інших галузях харчової промисловості, а також у парфумерії, медицині. Олія, одержана гарячим пресуванням, використовується як технічна у миловарній промисловості, як мастило для виготовлення копіювального паперу. Від спалювання кунжутової олії утворюється сажа, з якої виготовляють високоякісну туш.

Соя. Насіння містить 33–52 % білка, 14–35 % вуглеводів, 5 % зольних елементів (з переважним вмістом калію, фосфору і кальцію), а також різні ферменти, вітаміни А, В, С, Д, Е та інші важливі органічні і неорганічні речовини. Напіввисихаючої олії (ліпідів) міститься 14–25 %, в якій до 60 % лінолевої, до 30 % олеїнової та понад 10 % інших кислот. Соєва олія використовується у їжу, є сировиною для вищих сортів столового маргарину, лецитину, використовується також у миловарній та лакофарбовій промисловості.

Коноплі. Насіння конопель містить 30–35 % ліпідів (йодне число 140–165, число омилення 190–194, 17–25 % білка, 14–27 % клітковини, 2,5–7,0 % сирої золи, безазотистих екстрактивних речовин 14–27 %. Олія містить 36–50 % лінолевої, 15–28 ліноленової, 6–16 олеїнової, 6–10 пальмітинової та 2–6 стеаринової кислоти. Конопляна олія висихаюча, тому її широко використовують у лакофарбовій промисловості, для виробництва оліфи й мила, вона також є цінним продуктом харчування, для виготовлення консервів, кондитерських виробів.

Суріпа. В насінні суріпи міститься 33–42 % напіввисихаючої олії, яка подібна до ріпакової за хімічним складом, але важче вмилюється. Вміст ерукової кислоти погіршує її смакові якості, тому для харчових цілей використовують рафіновану олію або олію низькоерукових сортів суріпи. Як технічну олію її використовують у миловарній, металургійній та інших галузях промисловості.

Арахіс. В насінні арахісу міститься від 45 до 60 % високоякісної харчової невисихаючої олії (йодне число 90–103, число омилення 165–176, 30–35 % білка і 18–20 % вуглеводів. За смаковими якостями вона є добрим замінником дорогої прованської (оливкової) олії, яку добувають з плодів маслин. Використовується в їжу, для виготовлення вищих сортів консервів, маргарину, а також в кондитерській, консервній, рибній, парфумерній, миловарній промисловості.

Перила. Насіння перили, або судзи, містить 44–58 % технічної висихаючої олії (йодне число 181–206). Перилу олію використовують для виготовлення лаків і фарб, які утворюють найкращу за тоном і пластичністю плівку, що не дає під час деформації тріщин, тому її широко застосовують в авіаційній, суднобудівній, автомобільній та інших галузях промисловості, а також для виготовлення непромокальних та ізоляційних матеріалів, різних медичних препаратів.

Лялеманція. В насінні лялеманції міститься від 23 до 42 % ліпідів (йодне число 162–202) і до 24 % білка. Олія висихаюча, йде на виготовлення оліфи та високоякісних лаків, використовується для виготовлення водонепроникних тканин, клейонок, електроізоляційного матеріалу тощо.

Сафлор. В насінні сафлору міститься 32–37 % (у ядрі 50–56 %) ліпідів (йодне число 45–155) і до 12% білка. Напіввисихаюча олія, добута з ядер насіння, наближається за смаковими якостями до соняшникової, її використовують для харчування. Олія, добута з цілого насіння, має гіркуватий смак, її використовують для виробництва оліфи, білої фарби, емалей, мила, лінолеуму.

Для усіх олійних культур характерним є те, що в ендоспермі міститься не лише основна речовина, а й вітаміни, ферменти, ауксини, білки, амінокислоти, в тому числі незамінні, нуклеїнові кислоти, нуклеопротейди.

Морфологічна будова насіння олійних культур різна: плід горішок має дуже щільний навколоплідник, насінина не зростається

(перила, лялеманція, коноплі); плід коробочка має навколоплідник дерев'янистий, щільний, утворений декількома плодолистиками, під час досягання розтріскується (льон, рицина, кунжут, мак, бавовник); плід *біб* має дерев'янистий або шкірястий навколоплідник, розкривається по шву (соя, арахіс); плід *стручок* має дерев'янистий навколоплідник, утворений двома плодолистиками з несправжньою перегородкою (гірчиця, рижій, ріпак, суріпа); плід *сім'янка з оплоднем* (соняшник).

Плодова оболонка у більшості олійних культур після обмолоту відділяється від насінини. Оболонка захищає насінину від дії зовнішніх факторів. В сої, гірчиці, бавовнику та соняшнику запасні речовини розміщені в сім'ядолях. Рицина, мак, кунжут мають ендосперм, у соняшнику ендосперм – це тонка плівка, що зрослася з насінною оболонкою. Оболонки складаються з твердої волокнистої тканини, яка утворилась із здерев'янілих клітин палісадної тканини. Вони захищають ядро від механічних пошкоджень, від шкідливої мікрофлори, комах. З порушенням оболонок збільшується інтенсивність газообміну.

Жировий обмін в насінні олійних культур здійснюється єдиною великою поліферментною системою. Найбільше значення мають такі ферменти.

Ліпаза здійснює синтез жирів. Активною групою ліпази є кальцій. Особливо активна ліпаза в рицині. В різних рослинах властивості її різні – з одного насіння вона легко забирається водою, з іншого – розчином солі NaCl. Оптимальна активність рН залежить від стану насіння: в період спокою оптимальне значення рН = 5, під час проростання – 2–7. Ліпаза сухого насіння стабільніша і витримує температуру до 100°C. При збільшеній вологості інактивація ферменту відбувається за температури 20°C. При збільшеній температурі та вологості ліпаза швидко розщеплює жир, що підвищує кислотність олії. В бавовниковій олії переважає фосфоліпаза, у насінні хрестоцвітих – міросульфатаза.

Ліпоксигеназа каталізує реакцію утворення гідроперекису ненасичених жирних кислот (лінолевої, ліноленової), які потім окислюють каротиноїди. Вона є активною в насінні льону, а в інших з'являється під час проростання. Температурний оптимум 20–40°C, рН – 6–7.

Пероксидаза виявлена в насінні арахісу.

В насінні олійних культур міститься близько 12 % полісахаридів. У достиглому насінні майже немає крохмалю, лише в арахісу 1–3 %. Целюлози в ядрі соняшнику 2–3 %, в оболонці – 40 %. У зв'язку з вмістом глюкозидів у насінні олійних культур макуху без додаткової обробки не використовують. Льон містить ліпаморин (0,035–0,005 %), який надає олії гіркового смаку. Він легко розчиняється у воді, виділяє синильну кислоту. Його кількість зростає під час самозігрівання. Ферментативне розщеплення відбувається за високої вологості і температури (35...50°C). Під час проростання зерна вміст ліпаморину зростає до 1,5%. У шротах його вміст становить 0,029–0,065 %. Смертельною є доза 1 мг на 1 кг маси тварин.

Синигрин міститься у насінні гірчиці, ріпаку (це поєднання глюкози, алілової, гірчичної олії та бісульфіту калію). Ферментне розщеплення інтенсивне під час проростання.

Синальбін міститься у насінні білої гірчиці (поєднання глюкози, ефірно синальбінової гірчичної олії та бісульфіту алкалоїду синапіну).

Стероїдні глікозиди містяться в соєвій олії (0,01–0,04 %), сапонін - у соєвому насінні (0,1 %), флавоноглюкозид (геністин) та антоціанглюкозиди обумовлюють забарвлення соєвої олії. У насінні соняшнику міститься хлорогенова кислота (до 1 %), яка під час окислення перетворюється в коричневу неактивну масу – олія темніє.

У насінні олійних культур в невеликій кількості містяться органічні кислоти: лимонна (коноплі), яблучна (льон), янтарна (рицина, мак), винна (соняшник), щавлева (бавовник). Їх вміст

збільшується у недозрілих та пророслих насінин, в процесі самозігрівання. У ядрі соняшнику мінеральних речовин міститься 3–4 %, у ядрі льону – 4–9 %. У ядрі більше мінеральних речовин, ніж в оболонці, з них 95 % – макроелементи. Основна роль мікро- та макроелементів полягає в підвищенні активності різних ферментів. Зола олійних культур найбільше містить фосфору, калію (75 %). Їх біологічна роль полягає в утворенні основної маси ліпідів, білків, вуглеводів та їх похідних. Особливо велика роль належить фосфору: багато олійних культур містять запасний органічний фосфор у вигляді фітину. Він бере участь у обміні вуглеводів і є компонентом ряду ферментів та вітамінів. Біологічна роль калію пояснюється його природною радіоактивністю. Його найбільше там, де найактивніший обмін. Вміст кальцію, заліза, сірки досить великий у хрестоцвітих олійних культур. Мікроелементів найбільше у соняшнику, марганцю – у кунжуті, міді – у льоніві,

Насіння олійних культур, крім жиророзчинних, містить багато водорозчинних вітамінів.

Якість сировини олійних культур значною мірою залежить від умов вирощування, досягання, способів збирання, зберігання тощо. Збільшення вмісту олії спостерігається з просуванням посівів з півдня на північ, особливо тих, які містять більше ненасичених жирних кислот. Велика вологість ґрунту в період досягання олійних культур сприяє збільшенню вмісту олії і ступеня ненасиченості жирних кислот. Зменшення йодного числа відбувається інтенсивніше за більшої кількості опадів та за меншої температури у вегетаційний період. На півдні за високої температури та недостатньої кількості в ґрунті води нагромаджується менше олії і збільшується вміст насичених жирних кислот. Пояснюється це тим, що за високої температури вміст кисню в розчинах тканин насіння зменшується, збільшується інтенсивність дихання і в насінні накопичуються насичені жирні кислоти, а за знижених температур і великого вмісту кисню у

водних розчинах тканин насіння у високих широтах відбувається утворення $C_{8:2}$ з $C_{18:1}$ і інших жирних кислот: $C_{18:1} + 1/2O_2 \rightarrow C_{18:2} + H_2O$. Під час вирощування рослин за знижених температур проявляється збільшення ступеня ненасиченості жирних кислот в олії. Пов'язано це з ростом енергоємності (теплота згорання) олії, що сприяє збільшенню захисної реакції рослин на знижені температури навколишнього середовища. Такі олії зберігають рідкий стан за більш низької температури.

Види мінеральних добрив по-різному впливають на олійність культур. Надлишкове внесення азотних добрив сприяє зменшенню вмісту олії, а калійних і фосфорних – навпаки, збільшує.

Під час досягання насіння олійних культур олія утворюється внаслідок перетворення інших розчинних органічних сполук (білкові речовини, вуглеводи, органічні кислоти), які надходять з вегетативних органів. У насінні соняшнику, ріпака спочатку утворюються вуглеводи, зокрема крохмаль. В процесі досягання збільшується вміст олії і зменшується вміст крохмалю, який в останній період зникає зовсім. Спочатку в насінні з'являються насичені кислоти (олеїнова), які дегідруються в ненасичені. Кислотне число олії під час досягання в усіх олійних культур у зв'язку з цим зменшується. Одночасно кількість воску зменшується, а фосфорних сполук, особливо органічного фосфору, збільшується. Збільшується вміст білків у ядрі і зменшується кількість простих азотних сполук.

Умови зберігання насіння олійних культур суттєво впливають на його якість. У першу чергу це залежить від того, як вони впливають на інтенсивність дихання. Від інтенсивності дихання залежать темпи втрат олії. Унаслідок дихання зменшується вміст олії, збільшується кількість вільних жирних кислот і окислених продуктів, змінюються білки. Інтенсивність дихання насіння залежить від вмісту води в ньому і відносної вологості навколишнього повітря; від температури повітря і насіння, газового складу атмосфери.

Насіння, в якого закінчилось досягання, має дуже низьку вологість. Під час зберігання воно повинне мати вологість нижче критичної, що запобігає його псуванню. Пов'язано це з кількістю олії в насінні, яка практично не здатна утримувати воду. Чим більший вміст олії в насінні, тим менша вологість його повинна бути під час зберігання. Насіння, яке має вологість більшу від критичної, інтенсивно дихає, виділяючи багато тепла і води, а це в свою чергу зволожує насіння, збільшується температура і може виникнути процес самозігрівання. Від самозігрівання збільшується кількість мікроорганізмів, які пошкоджують насіння, а рослинні жири і білки стають дуже токсичними, набувають нехарактерного смаку, кольору і запаху.

Зменшення вмісту кисню в навколишньому середовищі пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів і комах при оптимальній вологості насіння. Досягти цього можна за рахунок застосування одного наведених нижче способів:

1. Створення малокисневого газового середовища зі збільшеним вмістом азоту N_2 (98–99%) і зменшеним кисню O_2 (1–2%). При цьому зменшується інтенсивність дихання; гальмується розвиток окислювальних процесів у ліпідах; уповільнюється накопичення вільних жирних кислот; довше зберігається якість олії.

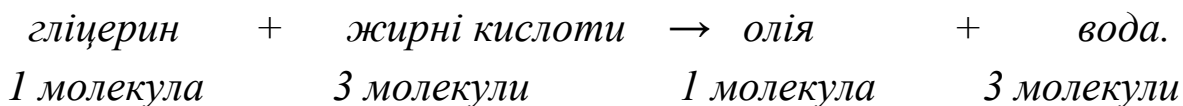
2. Заміна кисню в газовому середовищі діоксидом вуглецю. При цьому насіння втрачає схожість, але технологічна якість сировини зберігається.

3. Зберігання в регульованих газових середовищах (азотне газове середовище з низьким змінним вмістом кисню, з постійним видаленням парів води і діоксиду вуглецю). При цьому не відбувається втрата життєздатності насіння, зменшується вологість.

4. Зберігання в парах пропіонової кислоти. Унаслідок цього втрачається життєдіяльність насіння, пригнічується життєдіяльність мікроорганізмів, гинуть комахи.

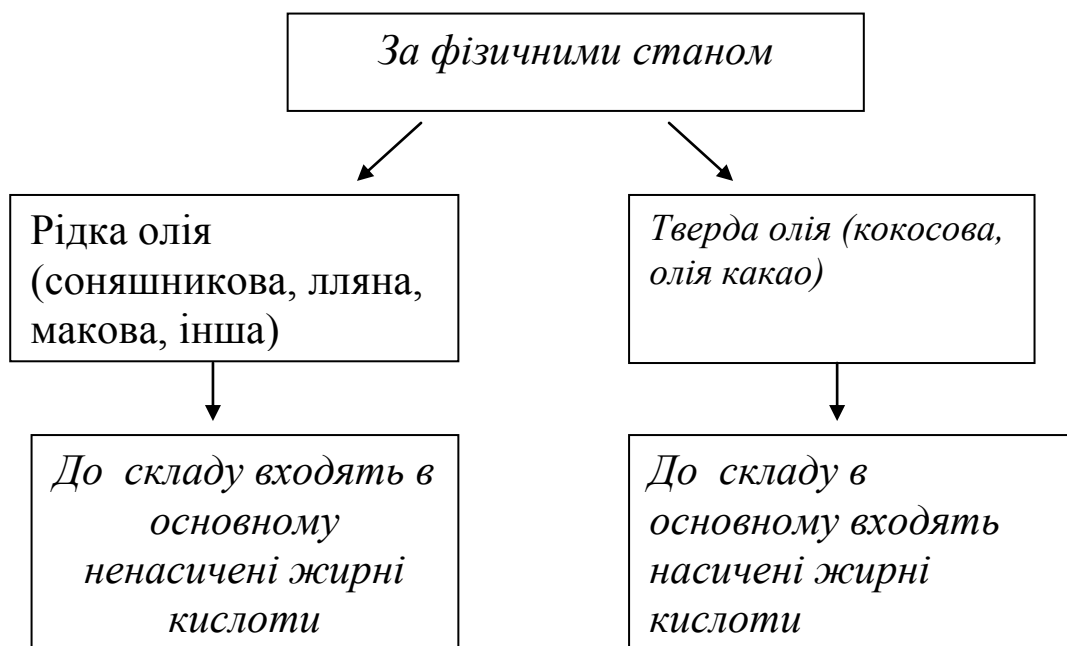
Проте, незважаючи на позитивну дію, з точки зору організаційної, технічної, технологічної складності вони економічно не вигідні. Тому найдоступніший спосіб зберігання насіння олійних культур в сухому охолодженному стані.

Олія, як і всі жири, є хімічною сполукою гліцерину і жирних кислот:

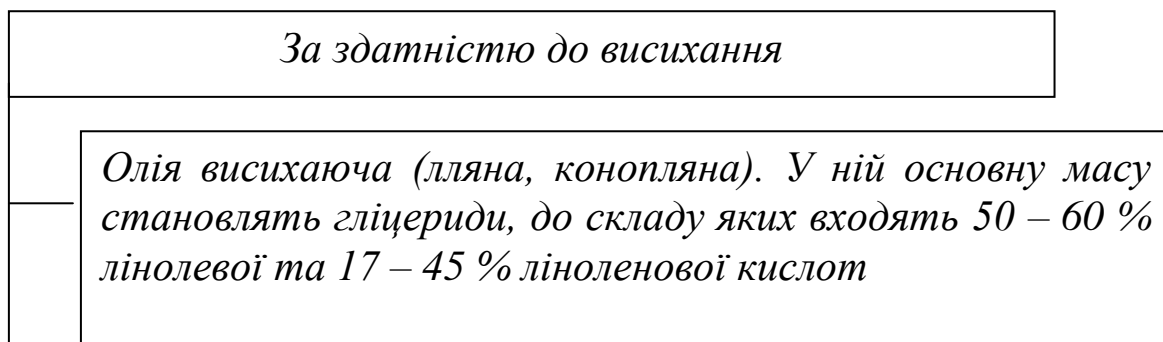


Жири, що утворюються за цією схемою, мають назву *тригліцериди*.

Олії значною мірою відрізняються одна від одної за своїми фізичними властивостями і за хімічною структурою.



При зберіганні олії відбувається реакція окислення, що призводить до згіркнення олії.



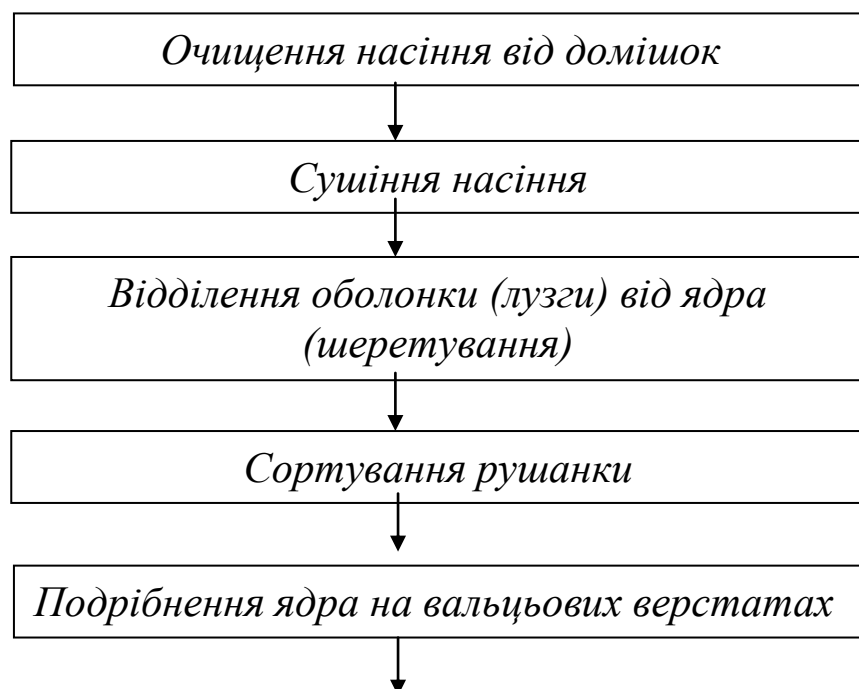
- *Олія напіввисихаюча (бавовникова, соняшникова, гірчична, соєва). До її складу входять гліцериди лінолевої 40 – 57 % та олеїнової кислот 28–50%*
- *Олія, що не висихає (рицинова, касторова, кунжутна), складається переважно з олеїнової кислоти (83 %)*

6.2. Способи виробництва олії

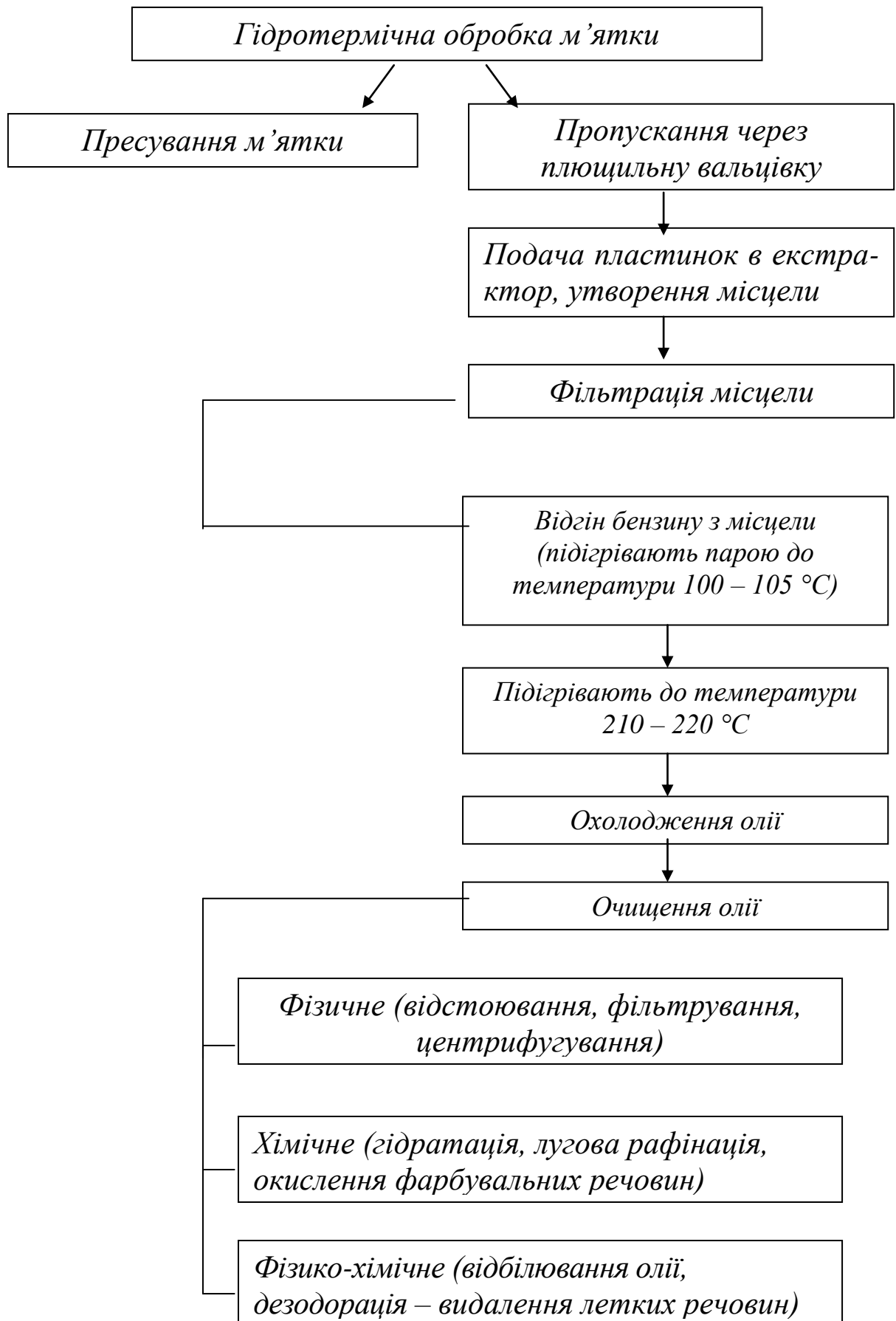
Олію з насіння добувають двома способами: механічним, в основі якого лежить пресування подрібненої сировини, і хімічним (екстракційним), за якого спеціально підготовлену сировину обробляють органічними розчинниками.

Основним способом переробки насіння соняшнику на великих промислових підприємствах є екстракційний, за яким олію добувають методом механічного тиску з подальшою екстракцією розчинником. Технологічна схема міні-олійниць ґрунтується на пресуванні сировини.

Технологія виробництва олії. Схему вироблення олії можна представити у загальному вигляді:



продовження схеми



Очищення насіння від мінеральних і олійних домішок проводиться з метою збільшення виходу олії, підвищення її якості, а також збереження обладнання. Мінеральні домішки збільшують зношуваність обладнання. Вони поглинають олію, зменшують її вихід і збільшують втрати. Потрапляючи в макуху, домішки погіршують кормову цінність. Олія набуває землистого присмаку, забруднюється мікроорганізмами і швидко псується. Олійна домішка у вигляді зіпсованого насіння і насіння бур'янів знижує якість олії, надаючи їй високої кислотності, плісеневого запаху і гіркоти. Для очищення насіння застосовують сепаратори, магнітні апарати.

Обрушування оболонок (шеретування). Відділення оболонок від ядра складається із операції руйнування покривних оболонок насіння – обрушування і наступного розділення одержаної суміші на ядро і лузгу. Для обрушування застосовують оббивальні машини (рушанки). Машина (рис. 43) складається із кожуха (деки), внутрішня поверхня якого ребриста, і барабана з бичами.

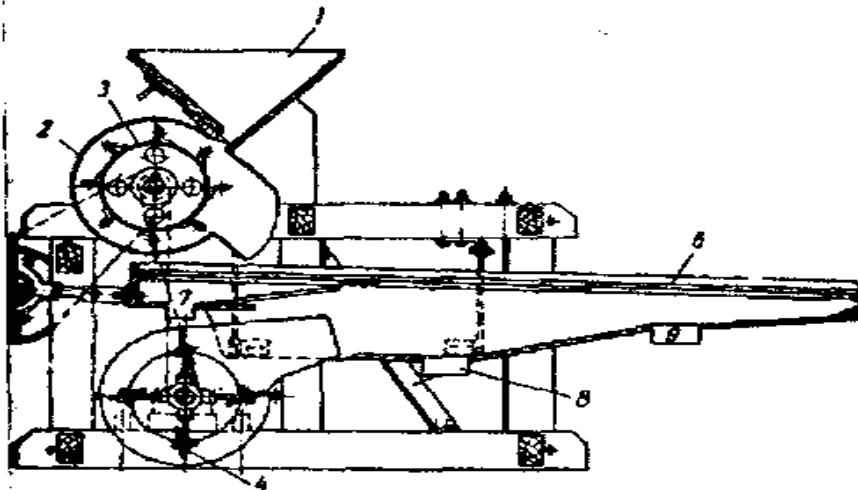


Рис. 43. Насіннєрушильна машина:

1 – бункер для насіння; 2 – дека; 3 – обрушувальний барабан; 4 – вентилятор; 5 – ексцентрик; 6 – сито; 7 – відвідний жолоб для дрібних часточок пилу; 8 – відвідний жолоб для обрушеного насіння; 9 – відвідний жолоб для необрушеного насіння

Барабан розташований неконцентрично з кутом, тому зазор між кожухом і бичами з боку надходження насіння значно більший, ніж з протилежного. Над барабаном розміщений бункер – прийомний ківш, з якого дозуючим валиком насіння по каналу подається на бичі барабана, який обертається. Ударами бичів насіння кидається на ребристу поверхню деки, розбивається і відскакує знову на бичі. Таким чином лузга відділяється внаслідок удару насіння об бичі барабана і виступи на деках, закріплених шарнірно на деякій відстані від барабана, причому ця відстань регулюється штурвалом. Якість обрушування залежить від вологості насіння, швидкості обертання барабана і положення дек. Сухе насіння обрушується при 500 об/хв, а вологе – при 600 об/хв. Добре відрегульована машина обрушує насіння на 95 %. Лузгу повністю виділяти не слід. Вона відіграє роль дренажу, полегшуючи виділення олії при пресуванні. Доцільно залишати 5–6 % її від кількості ядер. Лузга відділяється від обрушеної маси насіння на аспіраційній віяльній машині. Тобто розділення рушанки на лузгу і ядро ґрунтується на різниці їхніх розмірів і аеродинамічних властивостей. Лузга чинить значно більший, ніж ядро, опір повітряному потокові. Тому спочатку одержують фракції рушанки, які містять частинки лузги і ядра одного розміру, а потім у повітряному потоці їх розділяють на лузгу і ядро.

Подрібнення насіння. Для добування олії з насіння необхідно зруйнувати його клітинну структуру. Кінцевий результат операції подрібнення – перехід олії, що міститься в клітинах насіння, у форму, доступну для подальшого технологічного обробітку. Необхідний ступінь подрібнення сировини досягається механізмами, що виконують дроблення, роздавлювання і розтирання ядра. Одержаний після подрібнення матеріал називається *м'яткою* і відрізняється великою питомою поверхнею. Крім руйнування клітинних оболонок, під час подрібнення порушується також структура оліємісткої частини клітини, значна кількість олії звільняється і адсорбується на поверхні частинок

м'ятки. Добре подрібнена м'ятка повинна складатись із однорідних за розмірами частинок, не містити цілих клітин, і в той же час кількість дуже мілких (борошнистих) частинок в ній повинна бути невеликою. Найкраще руйнування структур ядра відбувається при вологості 5,5–6 %. Для одержання м'ятки застосовують дво- чотири і п'яти вальцові верстати. Найширше застосовують п'ятивальцовий верстат (рис. 44).

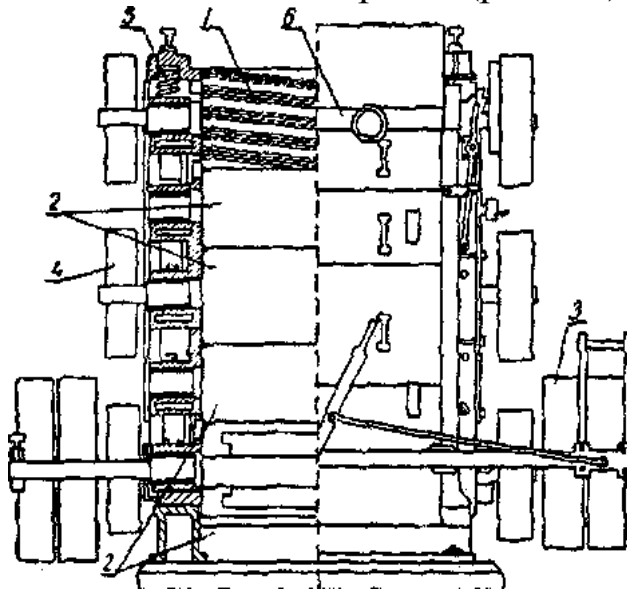


Рис. 44. П'ятивальцовий верстат:

1—верхній рифлений валок;
2—нижні гладенько валки; 3—привідний шків; 4—передаточний шків; 5—пружина; 6—живильний пристрій.

Робочими органами якого є п'ять вальців розмішених один над одним по вертикалі: верхній — рифлений, останні — гладенькі. Вальці лежать вільно, завдяки цьому між ними створюється постійний тиск, рівний масі всіх вищерозміщених вальців. Від відного шківа обертається тільки найнижчий, а від його осі обертання передається шківам першого і третього вальців шляхом пасової передачі. Останні два вальці обертаються від тертя із сусідніми. Необхідний тиск верхнього вальця на нижній регулюється пружинами, встановленими над підшипниками. Насіння подрібнюється при чотирикратному проході між вальцями.

Гідротермічний обробіток м'ятки. Олія, адсорбована у вигляді тонких плівок на поверхні частинок подрібненого ядра м'ятки, утримується значними поверхневими силами. Для ефективного добуття олії необхідно їх зменшити. Це здійснюється з допомогою гідротермічного обробітку м'ятки (приготування м'ятки

піджарюванням). При зволоженні м'ятки порушується зв'язок олії з гідрофільними білками, олія переходить у відносно вільний стан. За наступного нагрівання м'ятки до температури вище 100°C її вологість знижується, одночасно проходить часткова денатурація білків і в'язкість олії зменшується. Під впливом вологи і тепла в ліпідному комплексі м'ятки проходить звільнення і зв'язування ліпідів різноманітних груп, частковий їх гідроліз і окислення, змінюються фізико-механічні властивості м'ятки, вона перетворюється в *м'язгу*.

Приготування м'язги складається із зволоження і підігрівання її до температури 60°C. Вологість м'ятки після зволоження повинна бути не вища 8–9 %. Потім м'ятку нагрівають до температури 105°C. Оброблена таким чином м'ятка називається *м'язгою*. Кінцева вологість готової м'язги 5–6 %, що забезпечує ефективний попередній віджим олії. Для завершального віджиму параметри м'язги повинні бути: вологість 3–4 %, температура 110...120°C.

М'ятку із ядра соняшнику при одноразовому пресуванні на пресах подвійної дії після подрібнення направляють в пропарювально-зволожувальний шнек, де її зволожують насиченою парою до вологості 8–9 % і нагрівають до температури 80...85°C. Зволожену м'язгу піддають тепловій обробці в жаровні з доведенням при тепловій обробці вологи до 2,0–1,5 % і температури 115...120°C. Тривалість прожарювання 40–45 хв. Для приготування м'язги застосовують жаровні, які за конструктивними особливостями поділяють на чанні, шнекові, барабанні (рис. 45).

Добування олії із м'язги здійснюється способами пресування або екстракції.

Спосіб пресування. Пресування як спосіб добування олії із насіння здійснюється безпосередньо для одно- або двократного пресування з метою одержання олії, а також може передувати остаточному знежирюванню матеріалу органічним розчинником – екстракції.

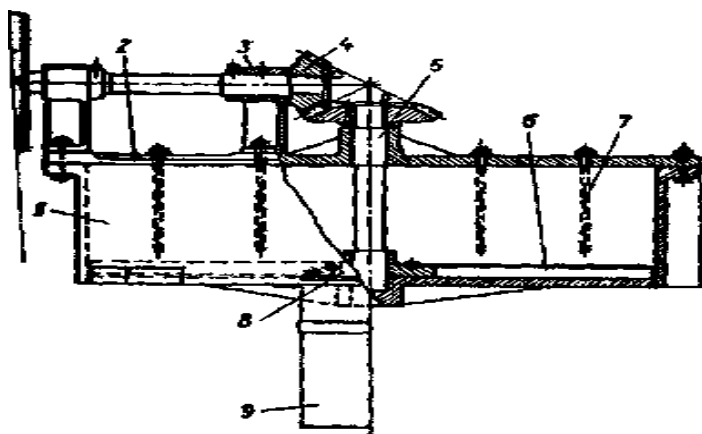


Рис. 45. Жаровня:

1—корпус; 2—поперечна планка; 3—кронштейн, 4—конічні шестерні; 5—вертикальний вал; 6—мішалка; 7—розпушувачі; 8—люк; 9—жолоб для розвантаження

Напочатку пресування олії із м'язги проходить ущільнення матеріалу, зближення частинок м'язги і зіткнення адсорбованих на їх поверхні шарів олії. Товщина шарів олії збільшується, і олія, яка утримувалась до сих пір на частинках поверхневими силами, починає виділятися у вільному стані. З подальшим ущільненням частинки м'язги деформуються, звільнюючи додатково олію не тільки з поверхні, а і з внутрішніх капілярів частинок. Під час наступного нарощування тиску частинки м'язги злипаються у брикет, пружність м'язги підвищується і пресування олії припиняється. У макусі, що виходить, залишається деяка кількість олії, яку можна виділити додатковим знежирюванням.

Шнековий прес (рис. 46) складається із роз'ємного ступінчатого циліндра – зеєра і шнекового вала.

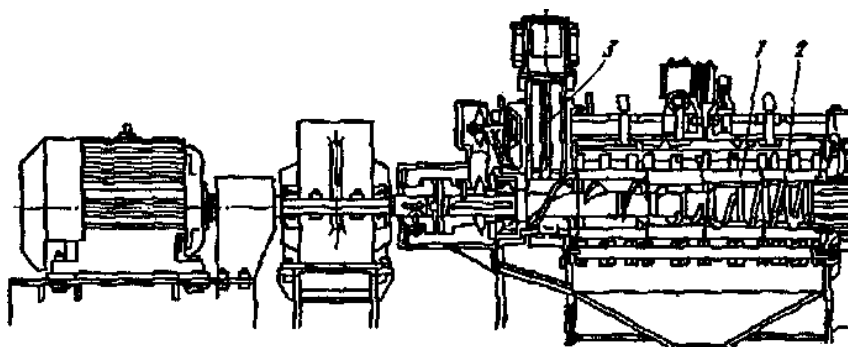


Рис. 46. Шнековий прес: 1 – зеєр; 2 – шнековий вал; 3 – живильник.

Стінки циліндра виконані із сталєхних пластинок, вкладених в каркасі циліндра так, що між пластинами утворюються вузькі щілини для виходу відпресованої олії. Шнек по довжині розділений на ланки проміжними циліндричними або конічним кільцями. Витки шнека мають змінний крок, спочатку більший, а до протилежного кінця він поступово зменшується.

М'язга поступає в шнекову камеру через живильник, захоплюється там витками шнека і переміщується вздовж до вихідного отвору. Вільний простір між валом і стінками зєєра до виходу безперервно зменшується, і м'язга, що пресується ущільнюється тим сильніше, чим довше вона переміщується вздовж шнекового вала. Підвищенню тиску м'язги сприяє також пристрій на виході із преса (конус, діафрагма, кільце), який дозволяє змінювати ширину кільцевого отвору і товщини, що виходить. Максимальний тиск, що розвиває шнековий прес, досягає 30 мПа, ступінь ущільнення м'язги доходить до 2,8–4,4, тривалість перебування м'язги в шнековому каналі під тиском залежить від типу преса і коливається від 78 до 225.

Залежно від тиску пресування і олійності в макусі шнекові преси поділяють на преси попереднього (неглибокого) добування олії – *форпреси*, і преси остаточного (глибокого) добування олії – *експелери*.

Форпреси найбільш широко застосовують в технологічних схемах екстракційних заводів. Вони відрізняються високою продуктивністю (80 т насіння за добу) при порівняно невисокому добуванні олії (олійність макухи до 15–17 %). Частота обертання шнека форпреса 18–36 об / хв, товщина макухи (черепашки) – 8–12 мм, тривалість пресування близько 80 с.

Преси глибокого добування олії – експелери – мають значно меншу продуктивність (18–30 т насіння за добу). Зате олійність макухи вони доводять до 4–7 %, що досягається завдяки тривалішому пресуванню м'язги 220–225 с, меншій частоті

обертання шнека (5–18 об / хв.) і невеликій черепашці, що виходить із преса (3–5 мм).

Спосіб екстракції. Єдиний спосіб, який забезпечує практично повне добування олії. У відходах, які називають *шротом*, залишається до 1 % олії. Для збільшення поверхні дотику з розчинником форпресовій макусі надають форми тонких пластинок (пелюстків) товщиною 0,25–0,50 мм, пропускаючи через спарену плющильну вальцівку з гладенькими вальцями. Як розчинник для екстракції олії застосовують бензин марки А і Б та гексан.

Екстракція олії у своїй фізичній основі є дифузійним процесом. Вона може бути виконана трьома способами: зануренням і підготовлених пелюстків макухи в протипотоковий рух розчинника; ступінчатим зрошенням розчинником протипотокового переміщення пелюстків та змішаним способом. Перший спосіб передбачає безперервний процес, при якому і розчинник і пелюстки макухи переміщуються назустріч один одному в шнековому апараті – екстракторі. Другий спосіб передбачає безперервне переміщення тільки розчинника, а пелюстки макухи залишаються в спокої на стрічці, що рухається в горизонтальному стручковому екстракторі. Змішаний спосіб на першій стадії (замочування) передбачає застосування першого способу, а на другій стадії (зрошення) – другого.

При контактуванні пелюстків макухи і розчинника, що відбувається в екстракторі, олія розчиняється у розчиннику, утворюючи так звану *місцелу*, яка виводиться з екстрактора. Місцела містить від 10–15 до 30–35 % розчинника. Шрот, що виходить із екстрактора від 20 до 40% розчинника, який видаляється нагріванням в шнекових або чанних випаровувачах. У результаті розчинник випаровується, а шрот підсушується і охолоджується. Місцелу після екстрагування фільтрують на спеціальних фільтрах і збирають у місцелозбірники.

Для видалення олії із місцели застосовують відгонку розчинних дистиляцією. Цей процес проводять в установках для

двоступінчатої дистиляції, яка складається із плівкового (попереднього) дистилятора, що працює при атмосферному тиску, і остаточного дистилятора, який працює при залишковому тиску до 8 кПа. Перед дистиляцією місцела проходить через теплообмінник і нагрівається до температури, близької до точки кипіння. Потім подається в попередній дистилятор, проходячи по трубах. У міжтрубний простір трубок вводиться перегріта пара при температурі 180...220⁰С, місцела закипає, і розчинник випаровується. Протягом 6–10 хв концентрація олії в місцелі зростає до 85%. Концентрована місцела спрямовується на остаточну відгонку в остаточний дистилятор. Тут проходить розпилення міцели під вакуумом, випаровування в тонких плівках і відгонка розчинника з водяною парою. Тривалість дистиляції 4–5 хв, температура олії 100...110 ⁰С обробка забезпечує одержання олії, що не містить слідів розчинника, при відносно невисоких температурах. Пари розчинника по трубах відводяться в конденсатор з водяним охолодженням, де вони конденсуються, легко розділяються за густиною. Розчинник використовують повторно.

6.3. Рафінація олії

В сирих оліях завжди містяться різноманітні домішки. Частина їх разом з олією витягується із клітин насіння під впливом підвищеної температури, тиску і органічного розчинника. Тому в товарній олії завжди наявні фосфоліпіди, воски, барвні речовини і продукти розкладу цих речовин (вільні жирні кислоти, моно- і дигліцериди та інші речовини). В олії, одержаній із насіння, є також продукти окислення різних ліпідної природи. Вміст їх залежить від якості насіння й інтенсивності технологічного впливу на насіння при одержанні олії. Крім розчинних речовин, товарна олія містить і механічні домішки.

Процес очищення олії від супутніх речовин одержав назву *рафінації*. Методи рафінації можуть бути розділені на фізичні, хімічні, фізико-хімічні. Вибір методу рафінації залежить від складу і якості домішок, їх властивостей і призначення олії. В більшості випадків очищення олії досягається поєднанням декількох методів.

Фізичні методи. Застосовуються для первинного очищення олії, а також для видалення нерозчинних в олії частинок, які утворюються в процесі рафінації. Видалення з олії твердих частинок мезги відбувається встоюванням, центрифугуванням і фільтруванням.

Для *відстоювання* олію у тарілчатих і подібних до них відстійниках залишають в спокої протягом тривалого часу. Під дією сили тяжіння важкі частинки осаджуються на дно. Це так звана пасивна рафінація.

Ефективний метод очищення олії від механічних домішок та води – *центрифугування* під дією відцентрової сили. Розрізняють розділяючі центрифуги, які застосовують для відділення води від олії, і освітлювальні центрифуги – для видалення механічних домішок.

Фільтрування дозволяє відділити механічні домішки густина яких не відрізняється від густини олії. Фільтрують олію через шар спеціальної фільтрувальної тканини (перліту, бельтингу тощо) на фільтрпресах. Застосовують спосіб подвійного фільтрування, відповідно до якого крупні частинки у фузовідділювачах відділяються і продукт надходять на першу (гарячу) фільтрацію на рамних фільтрпресах.

Потім олію за допомогою повітряних калориферів охолоджують до температури 20...25°C і повторно спрямовують на фільтр-преси. Відфільтровану й охолоджену олію направляють в склад. Кінцевим продуктом при очищенні олії від механічних домішок є нерафінована олія.

Хімічні і фізико-хімічні методи рафінації. З допомогою цих методів видаляють вільні жирні кислоти, фосфоліпіди, білки, слизі і

деякі інші сполуки. До цих методів за цільовим призначенням відносять гідратацію, нейтралізацію, адсорбційну рафінацію, дезодорацію, виморожування.

Гідратація – вилучення колоїдно-розчинних фосфоліпідів, білкових і інших речовин, за якої кінцевими продуктами є гідратована олія та фосфатидний концентрат. У процесі гідратації олію обробляють водою або розчином повареної солі у реакторах-турбулізаторах або струйних змішувачах. Останній являє собою ежектор, що забезпечує інтенсивне змішування олії і води, якої вводять 0,5–2,0 % до маси олії, температура олії 45...60 °С. Суміш олії і води направляють в коагулятор, де проходить формування гідратаційного осаду, що відділяється від олії.

Коагулятор являє собою циліндричний апарат з рамковою мішалкою, що має частоту обертання 13 об/хв. Тривалість проходження олії через коагулятор 0,5 год. Із коагулятора виходить олія, що містить крупні сформовані пластівці фосфоліпідів, які відділяють у відстійнику безперервної дії.

Гідратаційний осад надходить із відстійника в ротаційно-плівковий апарат для сушіння фосфоліпідів. Апарат циліндричної форми має парову сорочку, всередині апарата розміщений порожнистий вал з частотою обертання 800 об/хв, до якого приварені чотири лопаті. Між їх кінцями і внутрішньою поверхнею корпуса відстань 0,5–1,0 мм. Осад (фосфоліпід) рівномірно розподіляється з допомогою лопатей на внутрішній поверхні апарата і висушується у вакуумі за температури 60...70°C протягом 2 хв. Вологість гідратаційного осаду знижується з 35 до 2 %. Висушений фосфатидний концентрат фасують у металеві банки. Гідратована олія для зневоднення надходить в сушарно-деаераційний апарат, де розпилюється з допомогою форсунок у вакуумі. Початкова вологість олії 0,2 %, кінцева – 0,05 %, температура 85...90°C.

Нейтралізація (лужна рафінація) – вилучення вільних жирних кислот, у результаті якого кінцевим продуктом є рафінована олія, а відходами – нерозчинні солі (мильні розчини), які випадають в

осад, захоплюють з собою різноманітні домішки: фосфоліпіди, барвні речовини, слизі. Утворений осад одержав назву *соапстоки*. Лужна рафінація супроводжується також частковим розкладом нейтрального жиру, що призводить до зменшення виходу олії. Швидкість рафінації, ефективність утворення соапстоки, його структура, втрати нейтрального жиру залежать від якості олії (кислотного числа олії, складу і кількості домішок і т ін.), концентрації лугу, температури і умов проведення лужної рфінації. Рафінацію олії з кислотним числом до 5 проводять слабким розчином лугу (до 45 г / л), при кислотному числі олії до 7 його нейтралізують концентрованими розчинами (до 100 г / л), а при вище 7– до 200 г / л.

Гідратована олія надходить у нижню частину нейтралізатора безперервної дії, заповненого розчином лугу. Нейтралізатор являє собою апарат циліндричної форми з конічним дном. У його верхній частині є розширювач для збільшення площі розділу олійної і мильно-лужної фаз. Олія подається в перфорований розподільник, розміщений в нижній частині апарату. Вона у вигляді крапель розподіляється в лужному розчині і повільно спливає на його поверхню, оскільки густина олії менша густини водного розчину лугу. Завдяки доброму розподіленню олії в розчині лугу проходить нейтралізація вільних жирних кислот і утворюються мила – солі лужних металів і жирних кислот. З поверхні розчину лугу олію відводять в сушарно-деаераційний апарат, попередньо обробляючи розчином лимонної кислоти для розкладу мила в змішувачі ежекторного типу або промивають водою. Мильно-лужний розин (соапсток) виводять із нейтралізатора безперервно і передають на миловарний завод. Температура нейтралізації 68...75°C.

Адсорбційна рафінація (відбілювання) – вилучення барвних речовин за допомогою спеціальних сорбентів. За якої кінцевим продуктом є відбілена рафінована олія, а відходом – відпрацьований сорбент. Повнота видалення пігментів визначається видом олії і її призначенням.

Олії, направлені на гідрогенізацію, що використовують у виробництві маргарину, повністю знебарвлюються. При виробництві салатних олій – знебарвлюються частково. Сорбенти (відбілювальні глини, порошки), що застосовують при адсорбційній рафінації, повинні мати велику адсорбційну ємність відносно до пігментів, що видаляють, утримувати мінімальну кількість олії, мати низьку олієємність, не вступати в хімічну взаємодію з олією і легко від неї відділятися. Для виробництва окремих порошків (глин) застосовують природні матеріали: гумбрин, трепел, осканагель і ін. Для підвищення відбілюючої здатності вони повинні піддаватись спеціальній обробці – активації.

Для видалення барвних речовин олію змішують із сорбентом і відділяють фільтрацією. Кількість сорбенту залежить від виду олії, її призначення, його характеристики.

Дезодорація – вилучення речовин, що надають небажаного аромату (летких ароматичних) і частково смаку. Кінцевим продуктом є рафінована дезодорована олія і відходи – продукти відгонки. Більшість речовин, що визначають смак, аромат олії, відносять до альдегідів, кетонів, низькомолекулярних кислот, вуглеводів. В основі процесу дезодорації лежить відгонка (дистиляція) ароматичних речовин водяною парою.

Для інтенсифікації дезодорації жирів і олій процес здійснюється під глибоким вакуумом і при високій температурі. Олію підігрівають до 60°C і подають в деаератор, де вона розпилюється у вакуумі і підігрівається в тонкій плівці на поверхні змійовиків до 130–180°C. Потім олію нагрівають до 220...230°C і подають в дезодоратор. Усередині апарата тонка плівка олії, що стікає по вертикальних пластинах, добре контактує з водяною парою, що подається інжекторами знизу. Обігрів дезодоратора відбувається через зовнішні змійовики і парову сорочку. Тривалість перебування олії в дезодораторі 25 хв, тиск водяної пари 3–4 МПа, залишковий тиск в дезодораторі 0,13–0,27 кПа.

Виморожування (вінтеризація) – вилучення з рафінованих дезодорованих олій восків і воскоподібних речовин. Для цього олію охолоджують до температури 10...12°C і спрямовують в експозитор – циліндричний апарат, що має повільнообертаючу рамку-мішалку (частота обертання 2 об / хв). Тут протягом 4 год, проходить кристалізація восків, розчинених в олії. Потім олію злегка підігрівають до температури 18...20°C і фільтруванням через тканину відділяють воски, воскоподібні речовини і, частково, негідратовані фосфоліпіди, що залишились в олії після гідратації.

Рафіновану олію зберігають у щільно закритих лужених місткостях без доступу повітря, вологи і світла.

Оцінка якості рослинної олії здійснюється за зовнішнім виглядом, фізичними властивостями і хімічним складом. Для визначення якості олії залежно від розміру виробничої партії відбирають середню пробу, яку ретельно змішують і відділяють 0,5 л для аналізів. Харчова рослинна олія повинна бути повністю прозорою, світлого кольору. Запах, колір, прозорість визначають при температурі 20°C.

Для встановлення запаху олію наносять тонким шаром на скляну пластинку або розтирають на затильній поверхні руки. Для визначення кольору олію наливають в стакан висотою не менше 50 мм і розглядають в прохідному і відбитому світлі на білому фоні. Щоб визначити прозорість, олію (100 мл) наливають в скляний циліндр і залишають на одну добу за температури 20°C. Відстояну олію розглядають як у прохідному, так і у відбитому світлі на білому фоні. Олія вважається прозорою, якщо вона немутна або не має зважених пластівців.

Вміст вологи і летких речовин визначають у наважці (5 г), висушують за температури 105°C до постійної маси.

Кількість відстою в олії (нежирові, а механічні домішки – часточки м'ятки, оболонки клітковини і та ін.). Відстій визначають об'ємним способом: 100 мл олії наливають в циліндр і залишають

на добу за температури 15...20°C. Кількість осаду (мл) вказує на відсоток відстою за об'ємом.

Один із найважливіших ознак якості олії, що характеризує її придатність в їжу, є *кислотне число*. Це кількість КОН (мг), необхідна для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться в 1 г олії. Низьке кислотне число свідчить про низьку якість сировини, псування її за тривалого зберігання.

Йодне число вказує на кількість грамів йоду, які повністю насичують вільні зв'язки в 100 г олії. Чим більше йодне число, тим вищий вміст ненасичених жирних кислот в олії і тим кращою сировиною є для виробництва оліфи (така олія швидко висихає на повітрі).

Число омилення олії – це кількість КОН (мг), необхідна для омилення гліцеридів (зв'язаних жирних кислот) та нейтралізації вільних кислот, що входять до складу 1 г олії.

6.4. Відходи переробки насіння соняшнику та їх використання

При виробництві олії основними відходами є макуха і шрот. Вони являють собою високобілкові цінні концентровані корми для тварин. Їх використовують для виробництва комбікормів. В макусі міститься значна кількість білків (не менше 4,4 % сирого протеїну), жиру (до 7 %), зольних речовин (до 1,5 %). Шрот відрізняється низькою олійністю (до 1 %), тому його кормова цінність нижча. За загальною поживністю макуху і шрот прирівнюють до зернових культур, значно переважаючи їх за вмістом протеїну. Після одержання у виробництві вони повинні мати вологість в межах 6–10 %. Вміст розчинника в шроті не більший 0,1%. Температура повинна бути не вища 35°C, а влітку не перевищувати температуру навколишнього повітря більше як на 5°C.

Макуху і шрот зберігають насипом або в мішках в сухому, затемненому охолодженому приміщенні. Такі умови пов'язані з тим, що олія швидко окислюється киснем повітря, продукт гіркне і його кормова якість різко знижується.

Контрольні запитання

1. Характеристика якості сировини для виробництва олії.
2. Які основні технологічні операції при виробництві олії способом пресування?
3. Які основні технологічні операції при виробництві олії способом екстракції?
4. Які методи рафінації олії і їх призначення?
5. За якими показниками оцінюють якість олії?

РОЗДІЛ VII

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДІВ ТА ОВОЧІВ ЯК ОБ'ЄКТА ПЕРЕРОБКИ

7.1 Загальна характеристика основних компонентів хімічного складу овочів, фруктів та ягід

Сучасна наука про харчування розглядає овочі та фрукти як життєво необхідні продукти. Лікарі стародавніх часів вважали фрукти та овочі не тільки продуктами харчування, а й наділяли їх чудодійною силою і рекомендували для лікування багатьох хвороб.

За хімічним складом овочі та фрукти належать до низько-енергетичних продуктів. Їх калорійність становить на 100 г сирієї речовини овочів усього 25 – 40 ккал (107 – 167 кДж), в 100 г фруктів та ягід 50 – 70 ккал (210 – 290 кДж), винятком є тільки горіхоплідні, калорійність яких на 100 г ядер – приблизно 600 – 700 ккал (2510 – 2930 кДж).

Споживання фруктів за останні роки в багатьох країнах світу (Західна Європа, США) значно зросло. Частка їх споживання ставиться як показник добробуту населення. Річна потреба споживання однією людиною повинна становити: картоплі – 110 кг; овочів – 122; баштанних культур – 31; фруктів та ягід – 114 кг. Особлива цінність овочів і фруктів для фізіології харчування людини полягає в незамінному для нормального обміну речовин вмісту вітамінів і мінеральних елементів. Дієтична дія обумовлена особливо сприятливим поєднанням цих речовин з органічними кислотами. Відомо, що багато овочів та фруктів у своєму складі мають природні бактерицидні речовини, на чому засновано їх значення для людини. Оскільки вуглеводи присутні в овочах і фруктах переважно у формі

фруктози, глюкози і сахарози, вони надходять безпосередньо в кров і тонізують організм.

Фрукти і овочі – особлива група рослинних харчових продуктів, яка на відміну від зернових, зернобобових та інших сільськогосподарських культур є соковитою продукцією. Для них характерний певний хімічний склад і якісні показники (табл. 31).

Таблиця 31

Загальна схема хімічного складу фруктів та овочів

Вода (90 – 80 %)	Сухі речовини	
	Розчинні (5 – 8 %)	Нерозчинні (5 – 2 %)
	азотисті речовини	клітковина (целюлоза)
	цукри	геміцелюлоза
	кислоти	протопектин
	пектин	крохмаль
	фенольні речовини	пігменти
	глікозиди	вітаміни
	вітаміни	ефірні олії
	мінеральні солі	воски, жири
	інші речовини	мінеральні солі
		інші речовини

Вода. Фруктам та овочам властивий високий вміст води, який в середньому становить 80 – 90 % маси, а в огірках, салатах – до 93 – 97 %. Роль води в процесах життєдіяльності надзвичайно важлива. Вона не є пасивним компонентом соковитої сировини, а один із найголовніших факторів, який визначає інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів і якість продукції. Насичення клітин фруктів і овочів водою обумовлює їх тургорний стан, безпосередньо пов'язаний з товарними якостями продукції. Якщо клітини свіжих овочів і фруктів втрачають тургор, тобто вміст води в них знижується на 5 – 7 % (зелених

на 2 – 3), зразу ж втрачається одна з важливих товарних властивостей – соковитість (свіжість).

Відомо, що чим вища оводненість рослинних тканин, тим інтенсивніше відбуваються в них процеси життєдіяльності. У цьому зв'язку показовим є той факт, що чим молодше організм (і рослинний і тваринний), тим вищий в ньому вміст води. Подібне співвідношення спостерігається при порівнянні оводненості молодих організмів однієї і тієї ж рослини із старішими.

Діелектрична постійна води досить висока (80,4 при 20 °C), тому вона як розчинник сприяє дисоціації речовин і, як наслідок, полегшує проходження процесів життєдіяльності. В багатьох випадках вода безпосередньо бере участь у біохімічних реакціях, що відбуваються в живих клітинах, наприклад гідролізу, гідратації і окислення, процесів синтезу. Маючи низьку в'язкість і, отже, високу рухомість, будучи універсальним розчинником для багатьох неорганічних солей і органічних речовин, вода сприяє міжклітинному і міжтканинному переміщенню речовин і виведенню їх з організму, стабілізації внутрішньотканинних процесів при зберіганні фруктів та овочів, зокрема під час їх охолодження. Це обумовлено тим, що водні розчини, мають нижчу температуру замерзання, ніж чиста вода, тому досить стійкі до переохолодження.

Теплоємність води дорівнює 4,19 кДж / кг °C, що значно вище теплоємності інших хімічних компонентів фруктів та овочів. Теплота замерзання води також досить висока – 335,2 кДж/кг. Ці характеристики свідчать про те, що плодоовочева продукція при зберіганні являє собою теплоінерційну систему, завдяки чому досить надійно запобігає їхньому небезпечному переохолодженню. Крім того, при переохолодженні в період холодильного зберігання плодоовочева продукція здатна частину енергії дихання витратити на підтримку стабільної температури всередині тканини.

Вода з розчиненими в ній поживними і фізіологічно активними речовинами, надзвичайно важливими в харчуванні людини – вуглеводами, азотистими речовинами, вітамінами, мінеральними

солями, органічними кислотами, ароматичними речовинами – являють собою клітинний сік. Завдяки тому, що в клітинному соку у розчиненому вигляді присутні багато корисних компонентів, засвоєння фруктів та овочів досить високе. У зв'язку з цим більшість видів плодовоовочевої продукції використовують як дієтичні і навіть лікарські засоби.

Вода в клітинному соку – основна частина загального її вмісту в овочах та фруктах. Вона німіцно зв'язана з тканинами рослин і легко випаровується під час сушіння. Друга частина води (10 – 15 %) міститься в рослинах в колоїдному стані і випаровується важче. Її називають *зв'язаною* на відміну від води клітинного соку, яку називають *вільною*. Крім *структурної води*, яка входить до складу інших молекул фрукти й овочі містять також сухі речовини в кількості 10 – 20 %.

Сухі речовини поділяються на *нерозчинні* і *розчинні* у воді. Нерозчинні – це головним чином ті, що являють собою клітинні стінки і механічні елементи тканин: целюлоза і супутні їй геміцелюлоза і протопектин, нерозчинні азотисті сполуки, мінеральні солі, крохмаль, жиророзчинні пігменти і деякі інші компоненти. Всі ці речовини визначають головним чином механічну міцність тканин, їх консистенцію, забарвленість.

Вміст нерозчинних сухих речовин в плодовоовочевій продукції невеликий, в середньому 2 – 5 %. Деякі з них фактично не засвоюються людським організмом, але це не означає, що ці речовини є некорисними компонентами харчування.

Вміст розчинних сухих речовин становить від 5 до 18 %. Сумарна їх кількість визначається за допомогою рефрактометра. До цих речовин відносять вуглеводи, азотисті речовини, кислоти, дубильні та інші речовини фенольної природи, розчинні форми пектинів і вітамінів, ферменти, мінеральні солі тощо. Більша частина цієї групи сполук представлена вуглеводами, головним чином цукрами. В деяких фруктах і овочах (буряки столові, кавуни, виноград) частка цукрів така висока, що, визначаючи вміст сухих розчинних рефрактометром, можна за його показниками з достатньою точністю судити про вміст цукрів.

Азотисті речовини. Фрукти та овочі бідні на вміст азотистих сполук, але їх значення для харчування людини дуже велике. До них належать білки, амідни, амінокислоти і деякі інші речовини, що містять азот. До цієї групи входять також речовини, які утворюються внаслідок гідролізу білків або є джерелом для їх синтезу. Речовини, які зв'язані безпосередньо з білковим обміном, належать до інших груп (глюкозиди, фенольні сполуки, алкалоїди). Загальна кількість азотистих сполук у фруктах коливається в межах 0,2 – 1,5 %. В овочах їх дещо більше, в середньому 1 – 2 %. Але деякі види виділяються підвищеним вмістом, наприклад: зелений горошок – 6,6 %; капуста брюсельська – 5,3; савойська – 2,7; цвітна – 2,5; шпинат – 2,3 %. У загальній сумі азотистих речовин овочів та фруктів частка білка досить значна, але вони не переважають над іншими речовинами, як це характерно для м'яса і яєць.

Присутність у плодовоовочевій продукції амідного, амідного азоту і вільних амінокислот має суттєве значення для переробки. Так, дріжджі в процесі життєдіяльності в першу чергу використовують ці сполуки, а білковий азот – з великими труднощами. Із загального вмісту азотистих речовин в бульбах картоплі (2%) на долю білка припадає близько 60 %. Приблизно половину небілкового азоту становить аспарагін. Найбільш повно досліджений білок картоплі – туберін. Він належить до глобулінів – солерозчинних білків. Співвідношення амінокислот в туберіні наближається до яєчного альбуміну і його можна вважати повноцінним білком. До повноцінних відносять також білки овочевих бобових культур. У моркві відсутній триптофан, тому її білок неповноцінний. Засвоєння білків картоплі і овочів досить високе і становить 70 % засвоєння білків молока, що є еталоном за цим показником. Із амідів в рослинах часто присутні в значних кількостях аспарагін і глутамін.

Під час зберігання плодовоовочевої продукції комплекс азотистих речовин суттєво змінюється. Зокрема, білки підлягають ферментативному та кислотному гідролізам з утворенням різноманітних амінокислот, які, в свою чергу, можуть дезамінувати, тобто розпадатися з утворенням аміаку, або декарбоксилуватися, тобто відщеплювати карбоксильну групу і давати аміни. При подальшому перетворенні із

амінокислот і амінів виділяються продукти їх кінцевого розпаду, які часто мають неприємний запах. Серед них аміак, сірководень, меркаптан. Виділення їх при зберіганні продукції свідчить про наявність гнилісних процесів. Важливе біологічне значення мають нуклеїнові кислоти (ДНК і РНК) і складні білки – нуклеопротейди. Під час зберігання фруктів та овочів вміст нуклеїнових кислот змінюється. Так, проростання бруньок бульб картоплі і маточників дворічних овочів супроводжується збільшенням їх вмісту, особливо РНК. Фізичними методами, наприклад радіаційним опроміненням, можна затримати або попередити проростання, завдяки чому збільшується тривалість зберігання і знижуються втрати продукції. Але інгібування синтезу нуклеїнових кислот, тобто пригнічення меристематичних процесів в конусах наростання маточників дворічних овочів, як правило, призводить до зниження їх природної стійкості до фітопатогенних мікроорганізмів. Формування зародків насіння і дозрівання оплодня плодів також пов'язані з обміном нуклеїнових кислот.

Ферменти – особлива група азотистих речовин білкової природи, що регулюють обмін у живих клітинах. Оскільки ферменти мають білкову природу, серед них розрізняють ферменти – прості білки, тобто протеїни, і ферменти – складні білки – протеїди.

Ферменти – прості білки – складаються лише із залишків амінокислот. Прості ферменти називають ще однокомпонентними, бо складаються лише з білка.

Ферменти – складні білки – складаються з білкової частини, яку називають апоферментом, і відносно низькомолекулярної небілкової частини – коферменту (або коензиму). Коферментами можуть бути вітаміни (Н, В₆, В₉, В₁₂), нуклеотиди (НАД, НАДФ).

Характерною рисою дії ферментів як біологічних каталізаторів є те, що вони змінюють швидкість процесу (як правило, прискорюють), причому іноді досить значно. Ступінь хімічної дії ферменту на хімічні процеси називають активністю ферменту. Якщо в одиницю часу фермент каталізує значну кількість хімічних перетворень, то він має високу активність, коли ж дія ферменту ледве виявляється – його

активність низька. Більш відомі ферменти найбільш активні за температури 35...39 °С, нагрівання до 50...60 °С послаблює дію ферментів, а підвищення температури до 100 °С, за якої білки денатурують, викликає інактивацію більшості ферментів. Однією з особливостей ферментів як біологічних каталізаторів є їх висока специфічність. Під специфічністю дії ферментів розуміють спрямованість їх впливу на певний субстрат або групу близьких за властивостями субстратів. Фермент і субстрат підходять один до одного, як ключ до замка. Усі відомі реакції, які відбуваються в організмі, можна поділити на шість типів:

1. Окислювально-відновні процеси (оксидоредуктази).
2. Процеси перенесення окремих груп від одних субстратів до інших (трансферази).
3. Гідролітичні процеси (гідролази).
4. Процеси відщеплення від яких-небудь груп негідролітичним шляхом з утворенням подвійного зв'язку (ліази).
5. Процеси ізомеризації (ізомерази).
6. Синтетичні процеси, тобто утворення нових зв'язків і нових речовин за рахунок енергії АТФ (лігази, синтетази).

До класу *оксидоредуктаз* відносять досить велику групу ферментів, які забезпечують перебіг окислювально-відновних реакцій, що відбуваються в живому організмі. З цих ферментів виділяють *дегідрогенази*, які каталізують реакції відщеплення водню від певної органічної сполуки і переносять його на молекулу будь-якого акцептора (крім кисню), і *оксидази*, які каталізують окислення субстратів, використовуючи молекулярний кисень як акцептор електронів. Прикладом оксидази, що окислює субстрат без участі молекулярного кисню, є *пероксидаза*. Вона відіграє важливу роль в окисних процесах, які відбуваються у живих організмах, особливо при спиртовому і молочнокислому бродінні, а також в процесах дихання і фотосинтезу.

Серед оксидаз необхідно звернути увагу на поліфенолоксидазу, яка є в органах усіх вищих рослин і грибів. Цей фермент у своєму складі має мідь. Поліфенолоксидаза виконує роль при диханні рослин. Система

поліфенол \leftrightarrow хінон відіграє важливу роль проміжної ланки при окисленні органічних речовин, яке відбувається в процесі дихання. Поліфенолоксидаза окислює тирозін з утворенням темнозabarвлених речовин, які називають *меланоїдінами*. Дією поліфенолоксидази пояснюється потемніння поверхні механічно пошкоджених яблук або бульби, під її дією окислюються поліфеноли і дубильні речовини при ферментації чайного листа, потемніння фруктів і овочів при сушінні.

Гідролази – каталізують розщеплення складних сполук на простіші шляхом приєднання води до субстрату: водню води до однієї частини молекули, що розщеплюється, а гідроксилу – до другої. До них належать ферменти, які розщеплюють ефірні зв'язки, наприклад тригліцериди, на жирні кислоти і гліцерин (ліпази), метильовані пектинові речовини – на метиловий спирт і пектинову кислоту (пектаза), що каталізують розщеплення складних сахаридів та глікозидів (карбогідрази), – білка (протеази).

Ліази – відщеплюють від субстрату різні групи без участі води. Наприклад, пектинтранселіміназа, що розщеплює молекулу пектину.

Якщо виділити ферменти з живих клітин, то вони можуть бути використані з високою ефективністю в технологічних процесах зберігання і особливо переробки. Ферменти природного походження нетоксичні і застосовуються в мікродозах при співвідношенні 1 : 1000000. Промисловість виробляє ферментні препарати для харчової промисловості і кормовиробництва.

Основні вимоги до препаратів, які використовують для виготовлення соків та напоїв, – висока пектологічна активність, тобто здатність до гідролізу високополімерних пектинових сполук, зокрема протопектину. За рахунок утворення пектинів малого ступеня полімеризації вихід соку з деяких видів сировини інколи суттєво збільшується – на 20–25 %, частіше – на 6–8 %. У нашій країні найбільш поширеним є препарат пектаваморин, який одержують із культур пліснявих та інших грибів. Ферментні препарати використовують і для прискорення освітлення соків. Дуже важливо, щоб до їх складу не входили окисно-відновні ферменти, які обумовлюють зміну кольору при

окисленні фенольних сполук. Певне значення ферментні препарати мають в хлібопекарській і кондитерській промисловостях. На основі біологічно активних речовин деяких дріжджів розпочато і широко розвивається виробництво кормового білка для тварин з нехарчової сировини, наприклад нафти та продуктів її переробки.

Вуглеводи – основний енергетичний матеріал. Розповсюджені вуглеводи – сахароза, фруктоза, глюкоза – швидко і фактично повністю засвоюються людським організмом, що обумовлює значну роль плодоовочевої продукції в харчуванні. Целюлоза і її похідні складають основу механічних тканин, входять до складу клітинних стінок. Крохмаль, високим вмістом якого відрізняються бульби картоплі, – важлива сировина для виробництва багатьох цінних продуктів: патоки, спирту, синтетичного каучуку. В овочах та фруктах накопичуються *моно-, ди- і полісахариди*. Моносахариди мають у складі молекули від 3-х до 6-ти атомів вуглецю і відповідно до цього їх називають триозами, тетрозами, пентозами, гексозами. У фруктах і овочах найбільш розповсюджені пентози і гексози. Пентози входять до складу геміцелюлози. В основу побудови пентозанів покладені п'ятивуглецеві моносахариди – арабіноза і ксилоза. Шестивуглецеві полісахариди можуть у зв'язаному стані входити до складу полісахаридів, зокрема геміцелюлози, целюлози, крохмалю, глікогену, і бути у вільному стані. Моносахариди, в молекулі яких число вуглецевих атомів кратне трьом, легко зброджуються мікроорганізмами і краще, ніж інші цукри, засвоюються організмом людини.

Глюкоза, або виноградний цукор. Глюкоза є альдегідо-спиртом і тому називається ще альдозою. Склад глюкози відповідає емпіричній формулі $C_6H_{12}O_6$. Глюкоза кристалізується слабо і, як інші цукри, легко утворює пересичені водні розчини. Цю особливість її треба враховувати при переробці фруктів. Якщо моносахарид кристалізується за температури нижче $30^{\circ}C$, то утворюються кристали водної глюкози, що мають склад $C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$. Коли ж кристалізація проходить за температури вище $30^{\circ}C$, одержують безводну глюкозу. Кристали водної глюкози плавляться за температури $85^{\circ}C$, а безводної – за $146^{\circ}C$. Ця

особливість обов'язково враховується при виготовленні мармеладу, цукатів та інших кондитерських виробів.

Фруктоза, або *фруктовий цукор*. За емпіричним складом фруктоза тотожна глюкозі, але будова її молекул інша і її називають кетозою, тому що, крім спиртової групи, є кетонна. Фруктоза має властивість утворювати пересичені водні розчини, які погано кристалізуються. Утворені кристали мають склад $2 \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Із спиртових та ефірних розчинів кристалізується безводна фруктоза, температура плавлення якої $102 \dots 104^\circ\text{C}$.

Фруктоза на смак значно солодша від глюкози і дуже легко засвоюється організмом людини і тварин. Навіть хворі на діабет легко засвоюють фруктозу, незважаючи на нестачу в них гормону інсуліну. Гігроскопічність фруктози значно більша, ніж глюкози. Тому всі продукти, в яких є значна кількість фруктози (мед, інвертний цукор), теж характеризуються великою гігроскопічністю. При зберіганні цих продуктів слід враховувати їх особливість. В присутності лугу фруктоза легко руйнується, особливо за високих температур.

Дисахариди. Сахароза (буряковий, або тростинний цукор). Молекула сахарози – ангідрид двох молекул моносахаридів – глюкози і фруктози. Емпірична формула сахарози – $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Сахароза – дуже цінний харчовий продукт, хоч безпосередньо і не засвоюється організмом людини. У шлунку і кишках молекула сахарози під впливом ферментів і водневих іонів легко гідролізується з утворенням глюкози і фруктози, які вже безпосередньо засвоюються організмом. У технології цей процес називається *інверсією*, а суміш еквімолярних кількостей глюкози і фруктози – *інвертним цукром*. Процеси інверсії сахарози під впливом кислот і підвищеної температури широко використовують у виробництві при виготовленні варення, сиропів, мармеладу, цукерок тощо. Сахароза дуже легко розчиняється у воді, утворюючи густі перенасичені розчини, що звуться сиропами.

Всі цукри дуже гігроскопічні. В атмосфері з повним насиченням водяною парою фруктоза поглинає до 30 % води, глюкоза – 15 % , сахароза – 13 %. Тому сушені фрукти й овочі необхідно зберігати у

герметичній тарі або у приміщеннях з низькою вологістю повітря. Цукри у високій концентрації (варення) можуть кристалізуватися, особливо при знижених температурах. Але варення не зацукриться, якщо частина сахарози при його виготовленні гідролізувалася. Це пояснюється тим, що сахароза кристалізується при значно меншій концентрації, ніж інвертний цукор.

Відновлюючі цукри можуть утворювати з амінокислотами і білками темнозабарвлені продукти – *меланоїдіни*. Наприклад, ці речовини з'являються при зберіганні картоплі в умовах знижених температур унаслідок накопичення значної кількості цукрів. Те ж саме може бути при термічній обробці багатьох рослинних продуктів. Температура плавлення сахарози 180...185 °C. За вищої температури вона починає розкладатись з вилученням води і перетворюється на крохмаль або так званий *кулер*. Він широко застосовується для забарвлення в жовтобрудний колір різних харчових продуктів. Меланоїдіни одержали свою назву від продукту окислення ароматичної амінокислоти тирозину – меланіну, з якого вони утворюються за участю відновлювальних цукрів і альдегідів. Меланоїдіни є причиною неферментативних потемнінь тканини плодів і овочів при їх зберіганні і переробці.

Цукри – енергетичний матеріал при спиртовому, молочно-кислому бродінні, широко використовуються при переробці. Від кількості і співвідношення окремих цукрів залежить кількість і склад одержаних продуктів, вони визначають специфічний смак, аромат, наприклад, солоно-квашених продуктів.

У фруктах і ягодах накопичується досить багато цукрів, у винограді – 20 – 25 %, але переважає тільки один – фруктоза, сахароза, глюкоза або глюкоза і фруктоза разом. Вміст цукрів у овочах в середньому суттєво нижчий, ніж у фруктах і ягодах. Багаті на цукри деякі баштанні. Середній вміст цукрів в плодах основних баштаних і овочевих культур, % : такий

Диня	7 – 17	Капуста	3,5 – 4,5
		білокачанна	

Кавун	6 – 10	Томати	3,5 – 4,0
Гарбуз	4 – 7	Перець овочевий	3,0 – 4,0
Морква	5 – 7	Буряк столовий	6,0 – 8,0

Смакове відчуття солодкості виявляється залежно від виду і концентрації цукру. Поріг відчуття цукрів, тобто мінімальна концентрація речовин в розчині, при якій людина починає відчувати солодкість, досить різна. Для глюкози він становить 0,55%, сахарози – 0,25 %, фруктози – 0,25 %. Таким чином, якщо поріг відчуття (ступінь) солодкості сахарози прийняти за 1, то фруктоза має коефіцієнт 1,73, а глюкоза 0,71. Показник ступеня солодкості інвертного цукру – 1,3, сорбітолу – 0,48. Під час дозрівання фруктів та овочів вміст цукрів і їх співвідношення змінюються. Загальна їх концентрація при цьому може залишатися приблизно однаковою, але смак змінюється. Так, під час післязбирального дозрівання яблук сортів пізніх строків досягання зростає відносний вміст фруктози і, незважаючи на те, що загальна концентрація цукрів в них дещо знижується, на смак плоди стають солодшими.

Цукри – основа всього обміну речовин у рослинах. Вони беруть участь у процесах дихання, дають енергію і значну кількість продуктів, які використовують для різноманітних синтезів, пов'язаних з диференціацією меристеми конусів наростання маточників овочів, післязбиральним досяганням фруктів. При відновленні моносахаридів утворюються відповідні багатоатомні спирти. Найбільш розповсюджений шестиатомний сахароспирт сорбітол, який вперше був виділений із соку ягід горобини, де його вміст досягає 7 %, він солодкий на смак і добре засвоюється організмом. Крім ягід горобини, цей спирт міститься в плодах кісточкових – персиках, сливах, вишнях, а також зерняткових культур – яблуках і грушах. Із сорбітолу може утворюватися сорбоза – цукор високого ступеня солодкості. Наприклад, слива, яка дуже повільно дозріває після збирання, з часом може стати більш солодкою завдяки перетворенню сорбітолу в сорбозу. В промисловості із сорбітолу одержують аскорбінову кислоту. Сахароспирт маннітол у великій кількості міститься в “манні” –

засушених виділеннях тропічних дерев, наприклад аравійського тамариксу. Значна кількість цього спирту виявлена в грибах – до 11 % сухої речовини. Він також є в моркві, цибулі, селері, ананасах.

Крохмаль – основна запасна поживна речовина багатьох рослин. У бульбах картоплі його в середньому 15–18 %, в інших овочах і фруктах – значно менше. У квасолі, зеленому горошку, бобах вміст крохмалю може збільшуватися до кількох відсотків, особливо при їх перезріванні. Одночасно зменшується вміст цукрів, продукція погрубляється. За вмістом крохмалю у зеленому горошку визначають строк його збирання. Сорти зеленого горошку із зморшкуватим, мозковим зерном не перезрівають і не погрублюються протягом більш тривалого часу, ніж гладкозерні, у зв'язку з чим першим віддається перевага при консервуванні. Вміст крохмалю в моркві, дині, капусті не перевищує десятих часток відсотка, а в інших овочах його ще менше. У недозрілих плодах зерняткових кудьтур пізніх строків дозрівання його може бути 4 – 5 %, а при збиранні – 1,5–2,0 %. При післязбиральному дозріванні крохмаль повністю перетворюється на цукор. По темпах цього процесу судять про дозрівання яблук. Високим вмістом крохмалю відрізняються банани зеленого забарвлення – до 16 % сухої речовини.

Крохмаль – високомолекулярний, молекула якого складається з великої кількості залишків глюкози. Емпіричний склад крохмалю в хімічній і технічній літературі визначають формулою – $(C_6H_{10}O_5)_n$. Число “n”, що стоїть за дужкою, називають коефіцієнтом полімеризації. Крохмаль за своєю хімічною природою неоднорідний, він утворений двома полісахаридами; низькомолекулярною амілозою – 19–22 % і високомолекулярним амілопектином – 78–81 %. Амілоза легко розчиняється навіть у теплій воді, амілопектин – з великими труднощами при нагріванні під тиском. Якісна реакція на крохмаль – синє забарвлення з розчином йоду в йодистому калію – використовується для його виявлення. В бульбах картоплі крохмалю досить багато. Існує тісна кореляційна залежність між його вмістом і щільністю бульб. Цю залежність враховують при визначенні вмісту крохмалю у бульбах шляхом їх зважування у повітрі і воді.

В рослинах відбувається ферментативний гідролітичний і фосфоролітичний розпад крохмалю, продукти якого використовуються як джерело енергії і основний матеріал для біосинтезу. У промисловості при ферментативному гідролізі крохмалю з участю гідролаз одержують патоку – складну суміш декстринів, мальтози і глюкози. У зв'язку з різним ступенем карамелізації цукрів вона може мати колір від білого до жовтого і коричневого різної інтенсивності. В рослинних клітинах крохмаль міститься у вигляді зерен, причому у кожної культури вони мають певний розмір і будову. За формою крохмальних зерен під мікроскопом можна виявити домішки в борошні. У картоплі зерна крохмалю мають досить крупні сферичні тіла неправильної форми діаметром до 100 мк, в середньому 12–35 мк. Сорти технічного призначення повинні мати зерна діаметром не менше 20 мк.

Кулінарні властивості картоплі визначаються вмістом в ній крохмалю: чим більше, тим вище борошністість бульб, краще їх розварювання. Під час тривалого зберігання картоплі крохмальні зерна зменшуються у розмірах, у зв'язку з цим знижується їх борошністість і здатність до розварювання.

Щільність крохмалю 1,5–1,6, тому з подрібненої маси бульб, змішаної з водою, крохмаль осідає на дно посудини. У воді крохмаль не розчиняється, але поступово набухає, при нагріванні води утворюється колоїдний розчин – крохмальний клейстер; при цьому поглинається до 33 % води.

За температури під час зберігання близько 0 °С крохмаль в бульбах картоплі переходить у цукор, смак її стає солодким. Технологічні якості картоплі погіршуються; із неї одержують темнозабарвлені чіпси. Якщо після охолодження бульби витримати протягом досить тривалого часу за температури 15...20 °С, то цукри, які утворились з крохмалю, знову переходять у крохмаль, тобто проходить ресинтез крохмалю. Ці перетворення пояснюються різною чутливістю ферментних систем бульб картоплі до температури зберігання.

Целюлоза (клітковина) – полісахарид, який характеризується високим ступенем полімеризації. Із нього, в основному, побудовані

клітинні стінки рослинних тканин. Молекула целюлози складається з великої кількості залишків глюкози (2 – 10 тис.) молекулярна маса її – два і більше мільйонів. Молекули целюлози об'єднані по 60–70 в переплетені мікрофібрили (міцели), які мають подовжену форму. Хімічна стійкість целюлози висока. Вона не розчиняється у воді навіть при кип'ятінні, але розчиняється в аміачному розчині оксиду міді. Гідролізуються молекули целюлози під дією сильних кислот при нагріванні під тиском. Цей процес використовують для одержання технічного спирту з нехарчової сировини.

Целюлоза засвоюється в складному шлунку жуйних тварин, де знаходяться бактерії, які розкладають її і сприяють перетравленню. Підвищений вміст целюлози корелює з механічною міцністю тканин, здатністю до тривалого транспортування і зберігання фруктів і овочів. При зберіганні продукції кількість і якість целюлози фактично не змінюється. Проте окремі дослідження свідчать, що під час зберігання капусти білокачанної кількість целюлози дещо зменшується за рахунок, можливо, часткового гідролізу. В м'якуші недозрілих плодів груші, айви трапляються так звані гранули. Розміщені вони в зоні судинних пучків і складаються з груп клітин з товстими задерев'янілими клітинними стінками (склеренхіма). Вміст целюлози у фруктах коливається в межах від 0,5 до 2 %, овочах – 0,2–2,8%. У покривних тканинах, елементах насінневих камер плодів і в самому насінні цей показник в 10 і більше разів перевищує паренхімні.

Геміцелюлози – високомолекулярні речовини, які поряд з клітковиною утворюють клітинні стінки. Вони хімічно менш стійкі, у воді нерозчинні, але розчиняються в лугах і гідролізуються в більш слабких розчинах кислот, ніж целюлоза. Загальна кількість геміцелюлоз у фруктах і овочах коливається в межах від 0,2 до 3,1 %. Геміцелюлози під час переробки фруктів та овочів певною мірою гідролізуються, тому вони впливають на якість продукції, головним чином на консистенцію готового продукту.

Пектинові речовини – це декілька груп високомолекулярних сполук вуглеводневої природи. Їх молекулярна маса нижча, ніж целюлози і

геміцелюлоз, і коливається в межах 20–50 тис. Розрізняють пектин, протопектин, пектову кислоту і її солі – пектати. Протопектин – ланцюжки метильованих полігалактуранових кислот, зв'язаних різними способами з крохмалем, целюлозою, галактанами та іншими речовинами. Протопектини нерозчинні у воді, але легко гідролізуються до пектинів під дією кислот або ферментів. Зв'язки всередині пектинів можуть бути різними, але головне значення мають кальцієві містки. Виявлено, що після вилучення кальцію з цих речовин вони стають здатними розчинятися у воді. Пектини – це метильована полігалактурована (пектова) кислота, яка розчинена у воді. При дії на пектини розведених лугів або ферменту пектинестерази від них легко відщеплюються метильні групи з утворенням метилового спирту і пектової кислоти. Далі під дією ферменту полігалактуранази полігалактуранова кислота розкладається на окремі молекули галактуранової кислоти. Пектинових речовин у фруктах і ягодах досить багато, особливо в яблуках, айві, смородині чорній, агрусу.

Середній вміст пектинових речовин, % :

Яблука	0,3 – 1,8	Смородина чорна	1,5
Груші	0,2 – 1,0	Агрус	0,3 – 1,4
Сливи	0,2 – 1,5	Суниця	0,7
Абрикос	0,5 – 1,2	Малина	0,1 – 1,3

и

Персики	0,6 – 1,2	Вишні	0,3 – 0,8
---------	-----------	-------	-----------

В овочах пектинових речовин менше, ніж у фруктах: в моркві, гарбузах – до 1 %, капусті білокачанній, динях – 0,4; буряках столових, томатах, картоплі – 0,1–0,2 %.

Пектин володіє цінною властивістю – утворювати желе за наявності цукру і кислоти. На цьому базується його широке використання для виготовлення таких фруктово-кондитерських виробів, як желе, джем, мармелад, пастила тощо. Вважається, що чим більший вміст в пектині метоксильних груп, тим краща його желуюча здатність. Нею володіє пектин з яблук багатьох сортів. Пектин більшості овочів не має такої здатності. Здатність пектину желувати має пряму залежність від розміру

пектинової молекули та в'язкості розчину. Залежно від температури, за якої нагрівається протопектин для гідролізу, одержаний розчинний пектин має різний ступінь метоксилювання. З водного розчину він осаджується спиртом.

Руїнування фруктів та овочів при варінні, стерилізації, кулінарній обробці пов'язане з гідролітичним розщепленням пектинових речовин. Інтенсивність їх розпаду залежить від кислотності продукції. Об'єкти з більш кислим клітинним соком, наприклад, слива, вишня, алича, розварюються швидше, ніж малоокислотні.

Характерними є перетворення пектинових речовин при дозріванні фруктів. Протопектин серединних платівок “цементує” клітини рослинних тканин. При дозріванні він переходить в розчинний пектин клітинного соку. З цим пов'язана зміна консистенції м'якуша плодів. На розпад протопектину впливає температура зберігання, причому у плодів кожного виду або сорту цей процес відбувається по-різному. У яблук перетворення пектинових речовин з помітною швидкістю проходить при 0°C , в той час як у груш за цих же умов вони залишаються без змін.

Органічні кислоти. Фрукти й овочі набувають кислотних властивостей завдяки органічним і мінеральним кислотам, кислим солям, які містяться в них, а також деяким органічним сполукам, які мають кислі властивості (дубильні речовини тощо). Як правило, мінеральні кислоти (сірчана, фосфорна, кремінна і галоїдні) знаходяться у фруктах і овочах у зв'язаному стані у вигляді солей; органічні кислоти – частково у вільному стані та у вигляді кислих солей. У фруктах і овочах містяться головним чином яблучна, лимонна і винна, які часто називають фруктовими. Крім того, у невеликих кількостях є щавлева, бензойна, саліцилова, хлорогенова кислоти.

Яблучна (оксиянтарна) кислота ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$). Вона добре розчинна у воді, не шкідлива для організму людини, її широко використовують для виготовлення фруктових вод і кондитерських виробів. Лише яблучна кислота міститься в горобині (1,5–3,0 %), барбарисі (до 6 %), кизилі. Нема її в цитрусових плодах і журавлині; у більшості фруктів і ягід яблучна кислота трапляється разом з лимонною. В зерняткових

плодах – яблуках, айві, груші, а також кісточкових – абрикосах і персиках переважає яблучна кислота, в ягодах – лимонна, у томатах міститься яблучна і лимонна. Яблучну кислоту виробляють з горобини або синтезують з фумарової кислоти.

Лимонна кислота ($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$) у більшості фруктів міститься разом з яблучною кислотою. В цитрусових плодах і журавлині міститься 6,0–8,0 %. В ягодах цієї кислоти більше, ніж яблучної. Одержують лимонну кислоту з лимонів і граната і використовують для виготовлення фруктових вод.

Винна (діоксиянтарна) кислота ($C_4H_6O_6$) в значній мірі міститься лише у винограді (0,3–1,7 %), де знаходиться частково у вільному стані, а частково у вигляді кислої калієвої солі – $C_4H_5O_6K$ (0,2–0,8 %), яку називають винним каменем (кремор-тартар). Винний камінь випадає в осад з виноградного вина під час витримки його в бочках. Винну кислоту виробляють у великій кількості з відходів виробництва (винний камінь і дріжджовий осад). Сухий дріжджовий осад містить 20–30 %, а винний камінь в осаді – 40–70 % винної кислоти. Вона широко використовується в харчовій промисловості, медицині тощо.

Щавлева кислота ($COOH \cdot COOH$) досить поширена у фруктах і овочах, хоч у більшості з них міститься в малій кількості. Щавлева кислота дуже подразнює і припікає слизову оболонку, порушує обмін речовин, її солі знижують лужність крові. Цієї кислоти дуже багато в щавлі у вигляді щавлево-калієвої солі (C_2HKO_4). В перерахунку на цю сіль в щавлі міститься 0,56–0,93 % кислоти. Кисла щавлево-калієва сіль шкідлива для організму людини, тому доцільно щавель варити в жорсткій воді або з додаванням вапна, щоб перевести кислоту щавлево-калієву сіль в нерозчинний оксалат кальцію, який погано всмоктується організмом. Щавлевої кислоти більше в старих рослинах, тому споживати краще молоде листя, в яких переважають яблучна і лимонна кислоти.

Бензойна кислота ($C_6H_5 \cdot COOH$) міститься в журавлині і брусниці у вільному стані і у вигляді глікозиду вакцининіну (сполука бензойної кислоти з глюкозою). В ягодах журавлини бензойна кислота міститься

0,01–0,04, у брусниці – 0,05–0,14 %. Бензойна кислота має антисептичні властивості, чим і пояснюється хороше зберігання цих ягід у свіжому вигляді.

Саліцилова кислота має одне бензойне кільце. Її натрієва сіль – жарознижуюча речовина. Вона міститься у малині в малій кількості, ще менше – в суниці і вишні.

Молочна кислота міститься в овочах та фруктах в незначній кількості, але її багато у продуктах переробки. Молочна кислота утворюється внаслідок розвитку молочних бактерій під час квашення яблук, капусти, соління огірків, помідорів і зберігає продукцію від псування.

Янтарна кислота буває в перестиглих плодах яблук, вишень, черешень, смородини, агрусу, винограду.

Хінна кислота знайдена в сливі, журавлині, винограді, а також в листках брусниці, буряку. Вона входить до складу багатьох дубильних речовин.

Хлорогенова кислота легко окислюється і відновлюється, тому відіграє важливу роль в газообміні плодів і овочів. Вона має фунгітоксичні властивості, що є бар'єром на шляху проникнення мікроорганізмів у тканини плодів. Хлорогенова кислота знайдена в яблуках, грушах, айві, вишні, сливі, в бульбах картоплі, де сконцентрована в периферійній частині. Внаслідок ферментативного окислення хлорогенової кислоти поліфенолоксидазою утворюються темнозabarвлені речовини, які викликають потемнення м'якоті.

Кислоти нерівномірно розподілені в плодах. Так, у сливи кислотність м'якоті біля шкірки становить 2,07 %, а всередині і біля кісточки – 1,29 %, в аличі відповідно – 2,4 і 1,2 %. Нерівномірність розподілу кислоти в різних тканинах спостерігається також і в овочах.

Кількість кислот, які містяться у фруктах і овочах, прийнято виражати в перерахунку на превалюючу кислоту.

Використовуючи фрукти і овочі для різних цілей, важливо знати концентрацію водневих іонів. Для фруктів та ягід рН знаходиться між 2,5 і 5,0, для овочів – між 5,3 і 6,9, за винятком щавлю (3,74), ревеню (3,2

–4,5) і томатів (4,1–4,8). Добова потреба людського організму в органічних кислотах становить в середньому 2 г і задовольняється переважно за рахунок споживання фруктів, солоних, квашених та кисломолочних продуктів.

Глікозиди – речовини, які являють собою ефіроподібні сполуки цукрів зі спиртами, альдегідами, фенолами, дубильними кислотами, сірчистими і азотистими сполуками. В процесі гідролізу під впливом ферментів або кислот глікозиди розщеплюються на вказані компоненти, внаслідок цього одержують цукор і аглюкон – неуглеводну частину молекули глікозиду. До глікозидів також належать дубильні і фарбуючі речовини- антиціани. Багато глікозидів є токсичними для грибів і обумовлюють стійкість овочів і фруктів до хвороб. Вони відіграють також важливу роль у формуванні специфічних особливостей смаку і аромату. Найпоширенішими є такі глікозиди: амігдалін, вакцинїїн, соланін, синігрин.

Амігдалін знаходиться в клітинах плодів кісточкових і зерняткових культур. Кількість його в насінні гіркого мигдалю досягає 2,5–3,0; абрикосів – 0–3,7; слив – 0,9–2,5; вишень – 1,3–2,4 %. Амігдалін під дією ферменту емульсину або кислот, приєднуючи дві молекули води, розщеплюється на дві молекули глюкози, бензойний альдегід і синильну кислоту. Амігдалін не отруйний, але оскільки він вводиться в організм разом з емульсином, відбувається відщеплення синильної кислоти, яка дуже отруйна. Для людини смертельна доза від вживання 0,05 г синильної кислоти, що відповідає приблизно 0,85 г амігдаліну або близько 1 мг синильної кислоти на 1 кг маси тіла.

Вакцинїїн являє собою сполуку глюкози з бензойною кислотою, є в брусниці і журавлині. Він зумовлює високу стійкість до мікроорганізмів, в тому числі до молочнокислих бактерій і дріжджів. Тому брусниця і журавлина, залиті холодною водою, під час зберігання не пошкоджуються мікроорганізмами, а соки з цих ягід не зброджуються.

Соланін – отруйний глікозид в бульбах картоплі. Під час гідролізу соланіну відщеплюються цукри (глюкоза, галактоза, рамноза) і утворюється аглюкон – соланідин. Соланін і соланідин майже не

розчинні у воді, але розчинні в гарячому спирті і розчинах кислот. Отруйні властивості соланіну проявляються в сильній гемолізуючій дії на червоні кров'яні тілця і викликають подразнення слизових оболонок, головні болі, блювання, розлад шлунку. Вміст соланіну в різних частинах бульб картоплі неоднаковий: в ростках, вирощених з освітленням, – 420–730, зовнішньому шарі кори – 30–64, лушпинні – 15, внутрішній частині – 1,2–10 мг на 100 г. В бульбах основна частина соланіну зосереджена в шкірці і перших десяти клітинних шарах. У великих бульбах соланіну менше, ніж у дрібних. Нешкідливим для організму людини вважається вміст соланіну в бульбах 0,002 – 0,01 мг на 100 г. Більший його вміст надає картоплі гіркового смаку, а якщо вміст соланіну досягає 2 % і більше, то картопля для харчування непридатна, може викликати отруєння. Соланін є також в томатах і баклажанах, причому в зелених плодах його більше ніж у стиглих.

Синігрин міститься у насінні чорної гірчиці, в хроні, його аглікон має сірку. Під дією ферментів від синігріну відщеплюється ефірна олія, пекуча на смак. Олію одержують також з порошку харчової гірчиці, коли її змішують з теплою водою і розтирають. Одержана пряна маса гострого смаку використовується як приправа. Подібні синігріну сірковмісні глікозиди присутні в багатьох овочах родини хрестоцвітих.

Алкалоїди – азотовмісні органічні сполуки, мають досить виражену фізіологічну дію на організм людини і тварин. У малих дозах діють як слабкі депресанти, у великих – проявляють протилежний ефект. Більшість алкалоїдів – досить токсичні сполуки. В овочах і фруктах такі речовини трапляються рідко. До них відносять кофеїн, вміст якого в зернах кави досягає 1,5 %, в листках чаю – 5 %, і теобромін, який міститься в бобах какао (близько 1,8 %). За наявності подагри, хвороб печінки рекомендується обмеження харчових продуктів, багатих на алкалоїди.

Дубильні речовини – поліоксифенольні сполуки з молекулярною масою 500–3000. Вони розчинні у воді, із солями оксиду заліза дають синьо-чорне або зелено-чорне забарвлення. Якщо розрізати яблуко звичайним сталевим ножом і не вимити лезо ножа, то воно швидко

почорніє. Це пояснюється саме цією реакцією. Багато дубильних речовин міститься в ягодах, фруктах, в овочах дещо менше. Дубильні речовини надають плодам характерного терпкого смаку.

Ефірні олії – жиророзчинні леткі речовини, які обумовлюють аромат плодів і овочів. Ефірні олії яблук і персиків складаються із спиртів, складних ефірів, альдегідів і кетонів. В яблучному соку близько 50 мг / кг летких речовин, що мають з 26 сполук, з яких 92 % – спирти, 6 % – альдегіди і 2 % – складні ефіри. Склад летких речовин змінюється залежно від сорту і ступеня стиглості. В яблуках, які зберігаються за температури 0⁰С, міститься вдвічі менше летких речовин, ніж в яблуках, які зберігаються за температури 2...4 ⁰С. Ароматичність суниці і малини швидко змінюється під час зберігання. Після зберігання в умовах кімнатної температури протягом 4–6 год ароматичність цих ягід зменшується приблизно вдвічі, але якщо ягоди зберігати за низької температури, то ароматичність втрачається значно менше. У ягід вона зберігається довше, ніж у суниці, малини. На ароматичність ягід впливає погода під час досягання. За сонячної теплої погоди ягоди будуть ароматніші, ніж за холодної погоди.

Багато овочів також мають значну кількість ефірної олії. В цибулі і часнику міститься мізерна кількість ефірних олій, але в їх клітинах містяться речовини, з яких під дією ферменту утворюються ефірні олії. Оскільки ці речовини і ферменти знаходяться в різних клітинах, тому утворення ефірних олій відбувається тільки з їх зіткненням, тобто під час пошкодження клітин.

Вітаміни. Вони не є джерелом енергії або пластичного матеріалу, а регулюють обмін речовин в організмі. Їх нестача, відсутність чи надлишок викликають різні розлади в організмі. Більшість вітамінів, за винятком А, В₁₂, Д, синтезуються тільки в рослинах і є складовою частиною ферментів. Так, вітамін С, Р, фолієва кислота синтезуються тільки у фруктах та овочах, тому останні є необхідною і незамінною частиною харчового раціону людини.

Вітаміни поділяють на водорозчинні та жиророзчинні. Водорозчинні вітаміни беруть участь у окислювально-відновлювальних

реакціях. Жиророзчинні впливають на процеси росту, формування тканин і стійкість організму до несприятливих факторів.

Водорозчинні вітаміни

Вітамін B₁ (тіамін) добова потреба – 3 мг. При його відсутності або нестачі розвивається поліневрит (хвороба бері-бері), який проявляється в порушенні діяльності нервової системи, втраті чутливості шкіри, болях у серці. Міститься у цвітній та брюссельській капусті, пастернаку, шпинаті, бобах, горосі. Основне джерело вітаміну – чорний хліб, хлібопекарські та пивні дріжджі.

Вітамін B₂ (рибофлавін). Добова потреба – 3 мг. При його нестачі припиняється ріст, вражається слизова оболонка рота, порушується діяльність нервової системи. Міститься в зелених овочах, груші, лісовій суниці. Основне джерело задоволення потреби організму в цьому вітаміні – печінка тварин, хлібопекарські та пивні дріжджі.

Вітамін B₃ (пантотенова кислота). Добова потреба – 12 мг. При нестачі спостерігається анемія пальців ніг, шкіри і слизової оболонки внутрішніх органів. Найбагатші вітаміном зелені овочі, печінка тварин, хлібопекарські та пивні дріжджі.

Вітамін B₅ (PP – нікотинова кислота). Добова потреба – 25 мг. При його нестачі людина хворіє пелагрою (запаленням шкіри). Міститься у картоплі, житньому хлібі та печінці тварин.

Вітамін B₆ (піридоксин). Добова потреба – 2 мг. При його нестачі порушується процес кровотворення, розвиваються дерматити. В значній кількості міститься у зелених овочах, зеленому і овочевому горосі, в яєчному жовтку, м'ясі, рибі.

Вітамін B₁₂ (ціанокобаламін). Добова потреба – 0,001 мг. При його нестачі порушується нормальне утворення червоних кров'яних тілець в кістковому мозку, що може стати причиною анемії. Міститься в зелених овочах і ягодах, в м'ясі, рибі, яйцях.

Вітамін B₁₅ (пангамова кислота). Добова потреба – 2 мг. Позитивно впливає на здатність людини переносити кисневе голодування – аноксію. Виявлений в багатьох харчових продуктах.

Вітамін B_c (фолієва кислота). Добова потреба – 2 мг. Його нестача затримує ріст, призводить до порушення процесу кровотворення. Міститься у всіх фруктах та овочах, але найбільше в зелених, капусті, суніці, в чорному хлібі, печінці тварин, хлібопекарських та пивних дріжджах.

Вітамін С. Добова потреба – 100 мг. При його нестачі спостерігається швидка втомлюваність, в'ялість, головні болі, при гострій нестачі розвивається цинга. Високий вміст вітаміну відзначається (мг на 100г): в шипшині – 100–5000, грецьких горіхах – 100–1000, перці – 200–400, чорній смородині – 150–400, хроні (корінь) – 150–200, капусті – 50–100, в плодах ягідних культур – 40–60, цитрусових – 20–60.

Вітамін Р (цитрин). Добова потреба – 50 мг. Його нестача обумовлює крихкість капілярів. Дія вітаміну Р проявляється за наявності вітаміну С. Найбільшу Р-активність мають (мг/100г): чорноплідна горобина – 1000–2000; чорна смородина – 1000–2140; слива – 110–1080.

Вітамін U (хлоридметилметіонінсульфоній). Антивиразковий. Він сприяє заживленню пошкоджень шлунково-кишкового тракту. В багатьох овочах – буряк, спаржа, петрушка, селера (листя), білокачанна капуста – його вміст досить високий (16–20 мг / 100г).

Жиророзчинні вітаміни

Вітамін А (ретинол). Добова потреба – 2,5 мг. В рослинах синтезується провітамін α -каротин, однак важливе фізіологічне значення має β -каротин. При його нестачі знижується стійкість організму до катарів, бронхітів, грипу; погіршується зір, гальмується ріст, з'являються ознаки загального виснаження. Каротин міститься в усіх зелених овочах, багато його в капусті, зеленому горошку, квасолі, моркві, томатах, гарбузах, абрикосах, персиках, горобині, шипшині. Продукти, які містять каротин, бажано обробляти в присутності жирів (обсмажувати). При цьому каротин, розчиняючись

в жирах, краще засвоюється організмом. Вітамін має здатність відкладатися «про запас» в організмі (печінці).

Вітамін Д (кальциферол). Добова потреба – 0,025 мг. При його нестачі порушується фосфорно-кальцієвий обмін, унаслідок чого затримується утворення кісткової тканини, у дітей при цьому розвивається рахіт. При нормальному харчуванні вітамін Д утворюється в організмі із стероїдів під дією ультрафіолетових променів. Він міститься в багатьох продуктах тваринного походження.

Вітамін Е (токоферол). Добова потреба – 25 мг. Регулює функцію розмноження. Джерела вітаміну Е – рослинна олія, обліпиха, зелені овочі та капуста. Може накопичуватися в організмі людини в жировій тканині.

Вітамін К (філохінон). Добова потреба – 0,015 мг. Регулює згортання крові. При його нестачі можуть виникнути носові кровотечі, порушується функція печінки. Джерела вітаміну К – овочеві рослини: шпинат, салат, капустяні овочі, томати та печінка тварин. У здорової людини при нормальному функціонуванні печінки достатня кількість його утворюється внаслідок діяльності мікрофлори кишечника.

Вітамін F (жирні ненасичені кислоти – ліноленова, ліолева, арахідонова), добова потреба – 1000 мг. Регулює жировий обмін. Міститься в рослинних оліях та горіхах.

Мінеральні речовини

Специфічна особливість золи фруктів та овочів – її лужний характер. Їх нестача в організмі людини викликає порушення лужно-кислотної рівноваги в крові і тканинах, що обумовлює зниження працездатності та імунітету. Роль мінеральних речовин надзвичайно велика. До складу фруктів та овочів входять (мг/100г): K_2O – 82–667; P_2O_5 – 22–216; CaO – 22–2084 MgO – 24–64; Fe_2O_3 – 0,9–50. Крім того, до складу фруктів та овочів входять дуже важливі для життєдіяльності організму мікроелементи: марганець, молібден, йод, бор, цинк, мідь.

Контрольні запитання

1. Загальна характеристика харчової цінності фруктів, овочів, картоплі.
2. Характеристика компонентів хімічного складу фруктів, овочів, картоплі, ягід.
3. Охарактеризуйте азотисті речовини та ферменти, що входять до хімічного складу плодовоовочевої продукції.
4. Характеристика вуглеводів фруктів і овочів. Роль вуглеводів у харчуванні людини.
5. Органічні кислоти і їх вплив на формування смакових властивостей плодовоовочевої продукції.
6. Характеристика вітамінів та їх роль у регуляції обміну речовин.

РОЗДІЛ VIII

ОСНОВИ КОНСЕРВУВАННЯ ПЛОДІВ ТА ОВОЧІВ

Класифікація методів консервування

Під консервуванням слід розуміти різні методи і способи впливу на продукти, які швидко псуються, для більш тривалого їх збереження. Розрізняють фізичні, хімічні та біохімічні методи консервування.

8.1. Фізичні методи

Основний метод консервування – обробка герметично закупорених продуктів нагріванням. Більшість мікроорганізмів гине при температурі 110...120 °С, багато (що не утворюють спор) – за температури 60...100 °С. Але деякі термостійкі бактерії зберігаються при нагріванні навіть до 130 °С.

Прогрівання консервів при температурі до 100 °С називають *пастеризацією*, а при температурі 100 °С і вище – *стерилізацією*. Тривалість нагрівання залежить від хімічного складу сировини (особливо від кислотності), її консистенції, об'єму, виду тари та ін.

Консервування харчової продукції в герметично закупореній тарі можливе і стерилізацією *струмами високої частоти* (СВЧ). При цьому у результаті коливального руху заряджених частинок продукту відбувається швидке прогрівання консервів і загибель мікроорганізмів. За такого методу виключається тривале нагрівання сировини, внаслідок чого одержують більш якісну продукцію. Тривалість нагрівання 1–2 хв, іноді декілька секунд. Струмами ВЧ пастеризують компоти і соки у скляній тарі, коли необхідне нагрівання не вище 100 °С. Стерилізацію консервів струмами ВЧ використовують обмежено через складність обладнання.

Нині проводять широкі дослідження щодо стерилізації консервів за допомогою іонізуючих випромінювань, які виключають нагрівання продуктів. Мікроорганізми під час опромінювання дуже швидко гинуть, а їх спори втрачають здатність розвиватися.

Для консервування соків і пюреподібних продуктів використовують асептичний (зnezаражувальний) метод консервування. Суть методу полягає в тому, що сік чи пюре короткочасно прогрівають у потоці за температури 130...160 °С, охолоджують і в асептичних умовах розливають у стерильну тару. Короткочасне нагрівання (від декількох секунд до 2–3 хв) убиває мікроорганізми, не змінюючи при цьому хімічного складу продукту. Метод консервування за принципом дії на мікроорганізми належить до стерилізації. Закупорені в асептичних умовах банки із стерильним соком чи пюре подальшій тепловій обробці не піддають. Цей метод консервування один із перспективних. Під час масового надходження сировини можна швидко законсервувати продукцію у великих цистернах (до 400 м³), а надалі, коли в цьому буде необхідність, розфасувати її у дрібну тару.

Сушіння дає можливість довести вміст води у продукті до такої кількості, за якої мікроорганізми уже не можуть розвиватися. Наприклад, для розвитку бактерій потрібно не менше 30, а плісень – 15 % вологи. Сушіння є найстародавнішим способом консервування і нині воно удосконалюється. Наприклад, тепер використовують сублімаційне сушіння (сублімація – випаровування льоду при низьких негативних температурах у вакуумі). Проводять його в апаратах-субліматорах з подальшим досушуванням за температури близько 40°С. При цьому одержують сушені продукти найвищої якості. Багато мікроорганізмів, особливо їх спор, залишаються у сушених продуктах і, якщо вологість продуктів підвищиться, мікроорганізми починають розвиватись і псують їх. Тому необхідна герметизація висушеної

продукції (особливо із залишковим вмістом вологи 4–5 %) чи зберігання у сухих сховищах і складах.

Заморожування плодів і ягід при температурі – 25...35 °С і подальше зберігання замороженої продукції за –18 °С припиняють усі фізіологічні процеси і діяльність мікробів, але не знищують їх. Тому для збереження якості цього виду продуктів необхідно точно дотримуватися умов їх зберігання і швидко використовувати в їжу після розморожування. За якістю заморожені плоди і ягоди майже не відрізняються від свіжих.

Охолодження – це обробка і зберігання свіжих плодів і ягід за температури близько 0°С. Клітинний сік при цьому не замерзає (ягоди замерзають за температури – 0,7...–1,5 °С, яблука –1,5... 4,0 °С залежно від сорту й тривалості зберігання). Охолодження сповільнює біохімічні процеси, припиняє розвиток мікроорганізмів, але не знищує їх. Консервують продукти під *високим осмотичним* тиском при використанні у великих концентраціях цукру і солі.

Концентровані фруктові консерви. *Теоретичні основи.* До концентрованих фруктових консервів належать продукти, консервовані цукром, які дістають утворенням плодів і ягід або їх напівфабрикатів з цукром до концентрації 57–70 % сухих речовин. Висока концентрація цукру надає продуктам певних смакових і структурних властивостей, підвищує їх харчову цінність і виявляє консервуючу дію. Консервування цукром ґрунтується на принципі осмоанабіозу. Цей метод зберігання продуктів полягає у створенні високого осмотичного тиску за рахунок концентрованого цукрового сиропу і його водовбірної здатності. Підвищення осмотичного тиску захищає продукт від дії на нього мікроорганізмів, в результаті чого припиняються небажані мікробіологічні процеси (гниття, пліснявіння, бродіння). При цьому в клітинах мікробів порушується стан тургору, проходить віддача вологи в сироп. Мікроби збезводнюються (висушуються), зазнають плазмолізу,

втрачають здатність до розвитку і розмноження. Унаслідок цього клітина мікроба гине або переходить в анабіотичний стан, тобто не проявляє життєдіяльність, поки концентрація цукру залишається високою. Тому високоцукристі продукти не псуються під час зберігання за повторного зараження мікроорганізмами, які потрапили і ззовні. Природна мікрофлора, яка є у сировині та цукрі, гине при варінні. Але як тільки знизити концентрацію цукру (наприклад, додати до варення води), зразу ж відновлюються сприятливі умови розвитку мікробів.

Із урахуванням цих властивостей концентрацію цукру в продукті доводять до 65–70 %. Такі продукти в гарячому вигляді фасують в тару без герметичного закупорювання. Їх називають непастеризовані. Але всі непастеризовані продукти мають недоліки: по-перше, при зберіганні в приміщенні з високою вологістю, у них утворюються краплини вологи, що призводить до бродіння; по-друге, за рахунок високої концентрації, цукор у продукті знаходиться в насиченому стані, а при зберіганні на холоді деяка частина його переходить в перенасичений стан, тобто утворюються кристали (явище зацукрування). Тому поширена технологія виробництва стерилізованих при 100 °С продуктів у герметично закупореній тарі, в яких концентрація цукру нижча 65 %.

Концентровані фруктові консерви за консистенцією поділяють на желеподібні, гомогенні і гетерогенні.

Желеподібна консистенція консервів забезпечується наявністю у сировині пектину, який за певних умов переходить із стану золя в гель. У гарячій суміші фруктової маси, молекули цукру і кислоти утворюють гідратну оболонку навколо частинок пектину. З'єднання частинок у вигляді просторової сітки, яка охоплює увесь об'єм продукту, є каркасом драглів.

Швидкість і міцність драглеутворення залежить від вмісту пектину, цукрів, кислот. Для утворення желе вміст пектину

повинен бути не менший як 1 %, цукру приблизно 65, кислот близько 1 % (рН 3,0–3,4 і нижче).

Варення. Варенням називають продукт із цілих або рівномірно нарізаних плодів і ягід, зварених в цукровому сиропі і рівномірно в ньому розподілених. Плоди або їх кусочки повинні бути цілими, напівпрозорими, не зморщеними і не сухими, а сироп прозорим, нежелейним. Співвідношення плодів і сиропу становить 1 : 1. Основна умова при варінні варення – досягнення швидкої і повної взаємної дифузії сиропу і клітинного соку, причому за таких умов, коли не порушується цілісність плоду або ягоди. Цьому сприяють такі прийоми:

1. Підготовка сировини придатної за хіміко-технологічними показниками в технічній стадії зрілості (недозрілі і перезрілі плоди і ягоди непридатні, тому що при варінні утворюють желейний сироп). Плоди миють і інспектують, очищають від неїстівних частин та застосовують спеціальні методи обробки для проникнення цукру у клітину. Для підвищення проникності шкірку цілих плодів наколюють, надрізають, бланшують, що зумовлює утворення мікротріщин. Прийом бланшування застосовується і для плодів із щільною тканиною. Підготовка кожного виду плодів має свої особливості. Плоди бланшують у сиропі з концентрацією цукру від 30 % (для персика) до 90–100% (для нарізаних яблук, груш, айви. Тривалість процесу 3–5 хв – для ягід і плодів кісточкових і 5–7 хв – для груш, яблук, айви.

2. Варку варення починають в розбавлених сиропх (від 25% для вишні з кісточками і до 70 % для дині), а далі концентрацію їх збільшують. Концентрація сиропу 50–70 % залежно від виду сировини і способу варіння. Але враховують, що за низьких концентрацій цукру в сиропі тривалість варіння збільшується і створюються умови для гідролізу пектину, який призводить до розварювання плодів. За високих концентрацій цукру в сиропі осмотичні процеси викликають обезводнення плодів, вони зменшуються в об'ємі, зморщуються, консистенція їх стає жорсткою.

3. Варення варять при спокійному кип'ятінні в двостінних котлах, послідовно чергуючи нагрівання його з охолодженням і вистоюванням. Для більшості плодів і ягід застосовується багаторазове варіння. Плоди і ягоди, м'якуш яких легко розварюється (абрикоси, сливи, агрус) варять три-чотири, плоди із щільною товщиною – до п'яти разів.

Плоди із сиропом доводять до кипіння і варять до 10 хв, потім вивантажують в ємкості, витримують 5–24 год, знову завантажують в котел і повторюють варіння. Загальна тривалість варіння не більше 30 хв.

Краще варити варення у вакуум-апаратах, де увесь процес проводять за одне завантаження (тривалість 2,5 год). при цьому короткі варки (15–30 хв) при розрідженні (74,6–68,0 кПа) чергуються з такими чи короткими вистоюваннями (10 хв) в тому ж вакуум-апараті при виключеному обігріві і розрідженні (41,3–21,3 кПа). Таке чергування сприяє рівномірному і швидкому просочуванню плодів і ягід сиропом. Кількість циклів кип'ятіння і охолодження залежить від сировини і змінюється від двох до чотирьох.

Для виробництва варення застосовують і одноразове варіння, за якого підготовлені плоди і ягоди заливають гарячим сиропом (75...85°C) і витримують 3–4 год. При цьому відбувається дифузія цукру в плоди, що полегшує наступне варіння.

Ягоди суниці і малини засипають цукром-піском і вистоюють 8–12 год. У результаті ягоди виділяють сік, у якому цукор розчиняється. Після витримування плоди разом із сиропом завантажують у двостінний котел і варять при слабкому кип'ятінні до готовності. Вивантажене з котла готове варення витримують 1–2 год для урівноваження концентрацій сухих речовин у сиропі, а потім подають на фасування. Із соковими випарами втрачаються ароматичні речовини. Їх можна уловлювати в нескладній установці, яка включає поверхневий трубчатий конденсатор з видовженою

хвостовою частиною, що служить сепаратором для розділення конденсату ароматичних випарів і газів, які не конденсуються, проміжний збірник і перегінний куб. Установка з'єднується з вакуум-апаратом.

При варінні варення за рецептурою сировина становить 40–50 %, цукор 60–50 %. З охолодженням варення сахароза може бути в насиченому стані і утворювати кристали. Для попередження зацукрування малокислотного варення 7–8 % (до 15 %) цукру замінюють крохмальною патокою. Її додають у вигляді цукрово-патокового сиропу перед останнім варінням, або замість цього додають лимонну чи винну кислоти.

Готовність варення визначають за вмістом сухих речовин у сиропі (за рефрактометром). Для нестерилізованого варення їх вміст після вистигання – 70 %, для стерилізованого – не менше 60 %. Температура стерилізації 100 °С.

Джем. Це продукт із плодів і ягід, зварених у цукровому сиропі, який має желеподібну консистенцію. Плоди повинні бути м'якими, розвареними, із сиропу не відділятися. Желейні властивості забезпечуються наявністю в плодах і ягодах пектинових речовин (не менше 1 %) і кислот (близько 1 %). Іноді в сировину для кращого желеювання вносять харчовий пектиновий порошок або сік плодів (агрус, сливи, яблука деяких сортів), багатий пектинами.

Для одержання джему плоди або ягоди миють, інспектують, обробляють залежно від виду плодів. Плоди зерняткових обчищають від шкірочки механічним або хімічним способом, видаляють насіннєве гніздо і нарізають на скибочки або шматочки. Нарізані плоди до варіння зберігають в 0,5 % розчині лимонної чи винної кислоти для уникнення потемніння. З плодів кісточкових видаляють кісточку і плодоніжку, з персика видаляють і шкірочку. Дині і гарбузи після обчищення шкірочки нарізають на шматочки. У ягід видаляють плодоніжки, гребеніжки, чашелистики. Їх можуть вальцювати.

Підготовлені плоди і ягоди бланшують парою або в слабких розчинах цукру при 100° С для розм'якшення та кращого желеювання.

Варять плоди у 75 % цукровому сиропі, а деякі ягоди, що швидко розварюються, – із сухим цукром-піском. Якщо необхідно, в кінці варки додають желейний сік. На 100 частин плодів беруть 100–150 частин цукру і до 15 частин желейного соку. Рецептура залежить від виду джему. Співвідношення плодів і цукру залежить від вмісту пектину і кислот у сировині і змінюється від 100 : 85 для слив – до 100 : 150 для чорної смородини, у джему домашнього – 100:100.

Варять джем у відкритих двостінних котлах і в вакуум-апаратах за один прийом. Готовність джему визначається за вмістом сухих речовин: для нестерилізованого джему – 72 %; для домашнього джему – 55 %; для стерилізованого – 68 %.

Різновидність джему – *конфітюр*. Це продукт, під час варки якого додають пектиновий порошок. За рецептурою співвідношення фруктової частини і цукру змінюється від 1,2 : 1,0 (чорниця) до 1,0 : 1,3 (чорна смородина) залежно від вмісту у сировині. Для кращого утворення желе в конфітюр додають 0,5–1,0 % пектину і до 0,8 % до маси і готового продукту лимонної кислоти. Для отримання 100 кг конфітюру беруть 45 кг плодів, 65 кг цукру і 0,4–0,5 кг пектину. Конфітюр, згідно з вимогами до якості, має концентрацію сухих речовин 57 % і містить не менше 48 % цукру.

Повидло. Це продукт уварювання плодоягідного пюре з цукром. Для його виробництва використовують желейне пюре із яблук, айви, плодів кісточкових, ягід або їх суміші. Пюре одержують із сировини безпосередньо перед виготовленням повидла або використовують напівфабрикати: пюре, консервоване антисептиками, заморожуванням, асептичним способом (короткочасна стерилізація у тонкому шарі в потоці при підвищеній температурі, швидкому охолодженні і фасуванні у стерильну тару із закупорюванням.

Сульфітоване пюре десульфітують короткочасним кип'ятінням або пропусканням гострої пари. Десульфітоване пюре, пюре консервоване сорбіною кислотою чи бензоатом натрію, пропускають крізь протиральну машину (фінішер) з діаметром отворів 0,75–0,80 мм для утворення однорідної тонкої протертої маси і відділення сторонніх домішок.

Співвідношення між пюре і цукром встановлюють залежно від консистенції повидла. Згідно з рецептурою фруктове пюре займає більшу частину, ніж цукор, і становить 54–64 % від загальної суміші під час закладання. Для виготовлення повидла, що маститься (фасоване в банки) на одну частину цукру беруть 1,25 частини пюре, для повидла твердого (фасованого в ящики) на одну частину цукру беруть 1,8 частини пюре. При виготовленні повидла з низькою кислотністю (менше як 0,4 %) додають лимонну чи винну кислоту. До пюре, що містить мало пектину, додають яблучне пюре (до 40 %) або пектин (дозу встановлюють пробним варінням), які вносять у кінці варіння.

Повидло уварюють у відкритих котлах або вакуум-апаратах до вмісту сухих речовин – 66 % для нестерилізованого і до 61 % – для стерилізованого.

Під час варіння у двостінних котлах масу необхідної перемішувати, щоб запобігти утворенню нагару на поверхні нагрівання і карамелізації цукрів. Тривалість варіння не повинна перевищувати 50 хв.

При варінні у вакуум-апаратах краще зберігаються барвні і значна частина біологічно-активних речовин сировини. Але варіння при знижених температурах недостатнє для знищення всіх осмофільних мікроорганізмів. А тому на початку (декілька хвилин) і в кінці варіння, перед вивантаженням, повидло нагрівають до 100°C, і охолоджують до 65...70 °C

Готове повидло фасують при температурі 70...72 °C у банки, негайно закупорюють і передають на стерилізацію при 100 °C. Повидло, яке нестерилізують, фасують при 85...90 °C в металеві

банки, відразу закупорюють і ставлять догори дном для стерилізації кришок. У ящики повидло фасують при 48...52°C.

Мармелад. Це продукт щільнодраглистої консистенції, виготовлений із плодового пюре і цукру. Від повидла відрізняється більшою щільністю і еластичністю. Підготовка сировини і варіння мармеладу в двостінних котлах і вакуум-апараті не відрізняється від варіння повидла.

Для виробництва мармеладу за рецептурою на 100 кг додають 90–110 кг цукру залежно від желевної властивості сировини. Щоб мармелад мав щільну консистенцію близько 10 % цукру замінюють на крохмальну патоку, яку додають до мармеладної маси за 2–5 хв до закінчення варіння. Крім того, 10 % цукру залишають, щоб додати після закінчення варіння мармеладу.

Варять мармеладну масу не довше 20 хв, щоб не допустити розкладу пектину. Тому, як тільки мармеладна маса досягає 45–68 % сухих розчинних речовин, її вивантажують, змішують з барвниками, ароматичними речовинами та додають залишені 10 % цукру. Якщо мармелад під час охолодження недостатньо ущільнюється, вводять розведений у гарячому соку пектин і лимонну кислоту, швидко перемішують.

Пластовий мармелад розливають у гарячому стані в плоскі фанерні ящики, вистелені пергаментним папером, дають підсохнути до утворення шкірочки (12–24 год), накривають папером і пакують. Штучний мармелад одержують розливом і охолодженням у формах. Продукцію виймають із форм, підсушують 10 год до утворення шкірочки, підвищуючи температуру від 35...40°C до 60°C. Штучний мармелад можуть опудрювати цукром або покривати шаром шоколаду.

Желе. Це напівтвердий драглистий продукт, виготовлений шляхом уварювання плодового або ягідного соку з цукром. Желе готують із свіжих соків, соків – напівфабрикатів асептичного консервування і сульфітованих, а також з концентрованих соків, екстрактів, фруктових сиропів. Сульфітовані соки попередньо

десульфитують. Перед варінням желе соки освітлюють і фільтрують, визначають в них вміст пектину і величину рН. Залежно від цих показників желе готують з додаванням або без додавання пектину і кислот. Із вмістом в соку не менше як 1 % пектину, 1 % титрованих кислот і рН 3,2–3,5, желе готують без додавання пектину. При цьому, залежно від вмісту пектину в соку, співвідношення соку і цукру за рецептурою становить від 118:100 (для айви) до 160:100 (для сливи). Відфільтрований прозорий сік завантажують у вакуум-апарат або двостінний котел, додають до нього цукор й уварюють.

При вмісті в соку менше як 1 % пектину желе готують з доданням пектину. Для визначення кількості пектину і кислоти, які слід додавати до соку, вдаються до дослідного варіння. Кількість пектину не повинна перевищувати 2 % до маси соку з розрахунку на сухий пектин. Пектинові екстракти додають до желе без додаткової обробки, а із сухого пектину готують розчин. Пектин змішують із цукром у співвідношенні 1:5, заливають соком при температурі 18...25°C. На 20 частин соку додають цукру одну частину і витримують 5–6 год.

При варінні желе з додаванням пектину співвідношення соку і цукру за рецептурою становить від 110:100 до 132:100. Уварювання здійснюється у вакуум-апаратах при залишковому тиску 41,3–34,6 кПа, у двостінних котлах при тиску гарячої пари 250–300 кПа.

Тривалість уварювання желе не більше 30 хв. В кінці уварювання вміст сухих розчинних речовин у пастеризованому желе – 65 %, у непастеризованому – 68 %. Гаряче желе фільтрують і передають на фасування в банки, які пастеризують при температурі 95°C, або фасують за допомогою термопластичних матеріалів з консервуванням сорбіновою кислотою. Пастеризоване желе зберігають до одного року, непастеризоване – шість місяців. Желе являє собою застиглу прозору масу однорідного кольору і має смак та аромат, властивий соку.

Пастила. Це желеподібний продукт пористої структури, одержаний збиванням пюре з цукром і яєчними білками з наступним висушуванням. Для виробництва пастили придатне пюре з високими желейними властивостями, найбільше яблучне. Пастила буває трьох видів: заварна, клеєва, белевська.

Для одержання *заварної пастили* готують збивну масу з пюре, яєчних білків і цукру (10 кг пюре, 80 штук яєчних білків, 5 кг цукру). Одночасно варять мармеладну масу: на 1001 кг яблучного пюре додають 70 кг цукру й уварюють до 68–70 % сухих речовин. Збивну масу вносять в гарячу мармеладну масу і змішують, збиваючи далі, додаючи органічні кислоти, барвники, ароматичні речовини. Білок в гарячій масі твердне й утворює каркас, який утримує масу після охолодження в пористому стані. Масу розливають в дека, ріжуть, висушують при температурі 50...60°C, обпудрюють цукром.

Клеєва пастила (зефір) готується із збивної маси і клеєвого желейного сиропу. Збивну масу виготовляють із яблучного пюре, цукру і білків (на 58 частин пюре беруть 42 частини цукру та 1,2–1,4 частини білків). Суміш збивають для насичення маси повітрям і утворення дрібнопухирцевої піни (об'єм збільшується в два рази), Паралельно готують клеєвий сироп (50 % води, 30 % цукру, 16,4 % крохмальної патоки, 0,6 % агар-агару), який уварюють до 72–75 % сухих речовин. Їх змішують, збиваючи, і розливають у форми, сушать при температурі 50...55 °C.

Белевську пастилу одержують збиванням пюре, яке готують із печених яблук, цукру і яєчних білків (120 кг пюре, 75 кг цукру, 75 яєчних білків). Загальна тривалість збивання 50 хв. Масу виливають в дека, просушують за температури 55...60°C 18–20 год, охолоджують, ріжуть. Шари пастили формують у вигляді пирогів (не менше п'яти шарів) або рулетів, обмашуючи кожний шар пастильною масою для склеювання. Белевська пастила буває: звичайна (із різнобарвних шарів) та союзна (із шарів мармеладної і пастильної маси), сортова ("сливова", "вишнева").

Цукати. Це продукт із цілих або нарізаних плодів, обчищених і нарізаних шкірок кавунів, динь, гарбузів, моркви, буряків, зварених в концентрованому цукровому сиропі, а потім підсушених і обсипаних цукром або глазуrowаних. Різновидністю цукатів є "Глазуrowані фрукти", "Київське сухе варення".

Сировину для цукатів готують так само, як і для варення. Для виробництва цукатів можуть використовувати готове варення. Із підготовленої сировини варять варення (або доварюють вже готове) до 74–76 % сухих речовин у плодах. Готовий продукт вивантажують на решітчасті листи і витримують до повного стікання сиропу і висушування. Для виготовлення цукатів плоди обсипають цукром, витримують 2–3 години. Плоди для глазуrowаних цукатів підсушують протягом 12–18 год обдуванням повітря, нагрітого до 40...60° С. Вміст сухих речовин після підсушування повинен бути не менше 80 %. Підсушені плоди змішують з цукровим піском у перфорованому барабані. Глазуrowання проводять проварюванням підсушених плодів у концентрованому цукровому сиропі, який містить 80–83 % цукру, до утворення блискучої шкірочки – глазури. Глазуrowані плоди відділяють від сиропу і підсушують на повітрі.

До фізичних методів консервування відносять і стерилізацію фільтруванням, коли застосовують тонкі пластини, які відфільтровують мікроорганізми. У продукті (звичайно це прозорий сік) залишаються ферменти, тому застосування одних фільтрів для збереження соку недостатньо. Необхідне нагрівання чи охолодження.

У практиці консервування в останні роки, поряд з давно відомими способами, почали застосовувати нові, наприклад фотостерилізацію опромінюванням, використовуючи ультрафіолетові промені, промені ультрависокої частоти (УВЧ), а також опромінювання гамма-променями, обробку продуктів радіоактивними ізотопами.

У виробничих умовах дедалі більше виготовляють так звані «рідкі фрукти» методом гомогенізації, тобто подрібнення плодів і овочів до дрібнодисперсного стану. Велика перспектива в майбутньому перед

застосуванням для сушіння плодів, ягід і овочів сублімаційного методу сушіння. Сублімаційний метод сушіння ґрунтується на принципі видалення вологи при температурі, коли вся колоїдна система плодів і овочів замерзає, а їхня молекулярна структура залишається без змін. Цього можна досягти тільки в умовах глибокого вакууму. Висушені плоди, ягоди, овочі зберігають свою попередню форму й об'єм, властиві їм аромат і вітаміни, а також активність ферментів.

8.2. Вимоги до сировини і підготовка її до переробки

Застосовуючи різні способи консервування і переробки плодоовочевої сировини для одержання високоякісної продукції, слід дотримуватися певних вимог. Так, сировина повинна бути однорідною за ступенем стиглості, забарвленням і відповідати специфічним вимогам для кожного виду переробки. Величезне значення при цьому мають і сортові особливості. Відмінності в технологічних властивостях сортів можуть бути настільки важливими, що деякі сорти зовсім непридатні для виробництва тієї або іншої продукції високої якості.

Наприклад, для виробництва високоякісної квашеної капусти можуть бути використані тільки пізньостиглі і, частково середньостиглі сорти.

Сировину перед переробкою слід добре помити (помідори, огірки, моркву, картоплю, чорну смородину, яблука, виноград тощо). Для миття витрачають у середньому 0,7 л води на 1 кг сировини. У результаті видаляються різні забруднення, а також мікрофлора, яка міститься на овочах. Вода повинна бути чистою, придатною для пиття. Капусту, яку перед переробкою не миють, слід зачистити до білого листа, відокремити забруднені, зелені листки.

Для миття сировини використовують мийні машини різних конструкцій: елеваторні, вентиляторні, барабанні, кулачкові та ін. Вибір типу машини залежить від виду сировини. Так, більш стійку проти механічних пошкоджень сировину миють на машинах барабанного та кулачкового типів, а менш стійкі – на вентиляторних машинах.

Найбільш придатною для миття плодів і овочів є вентиляторна мийна машина. Вона добре відмиває сировину і не пошкоджує її. 341-Машина складається з ванни, в якій прокладено трубу з отворами для подачі повітря. Завантажену сировину відмивають проточною водою. Через ванну проходить транспортер зі стрічкою з металевої сітки, який вивантажує з ванни миту сировину. Над транспортером біля виходу його з ванни, встановлено водяний душ для ополіскування вимитої сировини. При багатьох видах переробки сировину слід сортувати за розмірами (калібрувати) і за якістю. Відсортована за розмірами сировина краще обробляється, має добрий вигляд, її краще укласти в тару. Сировину не сортують тільки тоді, коли її дуже подрібнюють (виготовлення пюре, соків тощо).

Очищення проводять для видалення неїстівних чи малопродатних у харчовому відношенні частин плодів і ягід: шкірки, шкірочки, чашолистків, плодоніжок та ін.

Плодоніжки і чашолистики у малини, смородини чорної, агрусу, журавлини, вишень, черешень, слив видаляють за допомогою машини М8-КЗП. Робочі органи машини – валики у гумовій оболонці. Здвоєні, обертаючись назустріч один одному, валики захоплюють плодоніжки і відривають їх (рис. 46). Продуктивність машини 1,5–2,0 т/год.

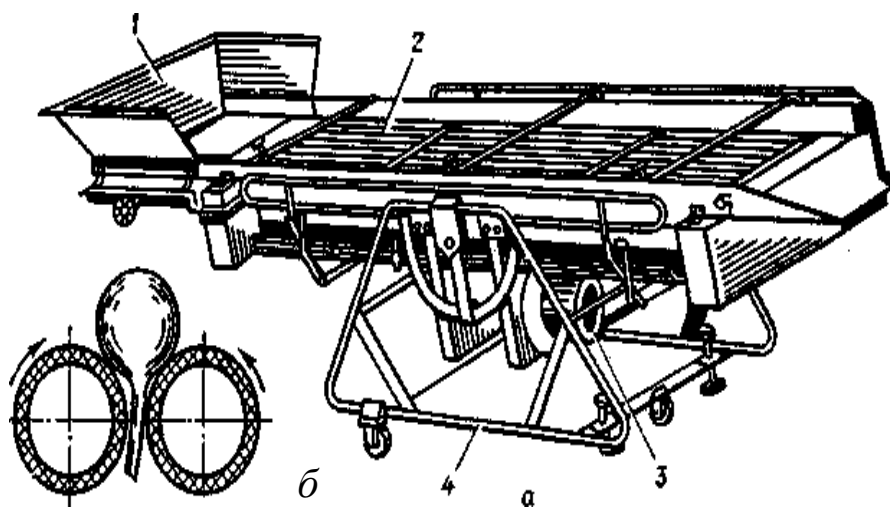


Рис. 46. Машина для відокремлення плодоніжок (а) і принцип її дії (б):

1– завантажувальний бункер; 2– валики; 3– привід; 4 – візок

Для очищення від шкірочки персиків, груш, айви, яблук іноді застосовують хімічний спосіб. Плоди обробляють 1–3 % розчином каустичної соди (для айви 15–20 %) протягом 2–3 хв. Температура розчину соди 90...100 °С. Після обробки у соді плоди відмивають чистою холодною водою, при цьому видаляють залишки шкірочки.

Подрібнення. Сировину ріжуть на шматочки і подрібнюють для порушення структури плодів і ягід, що значно збільшує вихід соку, а різання надає сировині певної форми і розміру. Плоди і ягоди подрібнюють на дробарці КДМ-4М продуктивністю 8 т/год і А9-КИС – 6,3 т / год.

Для подрібнення яблук, айви, груш та інших великих плодів широко застосовують дискові дробарки ДДС-5, РЗ-ВДР-5 продуктивністю 5 т / год, Д 1-7,5 продуктивністю 7,5 т / год.

Для знімання шкірочки, видалення насінного гнізда і розрізування яблук на часточки чи кружальця застосовують яблукорізку КЯ-1. Останнім часом для розрізування яблук і груш на скибочки і видалення насінних гнізд використовують яблукорізку угорської фірми «Комплекс».

Крім розглянутих операцій попередньої підготовки, застосовують й інші, але тільки для окремих видів сировини. Наприклад, наколювання слив, вальцювання ягід чорної смородини і журавлини, вибивання кісточок у вишень тощо.

Термічна обробка сировини. Окремі види плодово-ягідної сировини спочатку піддають тепловій обробці, а потім фасують у тару. Попередня тепла обробка включає бланшування, уварювання і обсмажування. При виробництві консервів із плодів й ягід застосовують бланшування й уварювання, а обжарювання – для окремих видів овочів.

Бланшування – короткочасна тепла обробка сировини при повному температурному режимі парою, у воді чи водних розчинах солей, цукру, органічних кислот чи лугів. Під час бланшування плодово-ягідної сировини. Унаслідок руйнування ферментів у

сировині припиняються біохімічні процеси, що запобігає потемнінню продукції і погіршенню її якості;

- зсідуються білки, в результаті чого підвищується проникність протоплазми клітин плодів і ягід, що полегшує добування соку, чи прискорюється насичення плодів цукровим сиропом;

- підвищується еластичність плодів, і їх легше укласти у банки під час фасування;

- із міжклітинників видаляється повітря, тому зменшується окислення продукції;

- в окремих випадках покращується смак плодів (наприклад, при бланшуванні терену).

Кожний вид сировини бланшують точно визначений час: у воді чи розчинах цукру, кислот, лугів – протягом кількох хвилин; парою – кількох секунд. Більш тривале прогрівання може викликати небажані зміни якості сировини. Тому зразу ж після бланшування сировину охолоджують, як правило, холодною водою.

Обробку у воді чи розчинах кислот, лугів, цукру і солей проводять у двотілих котлах чи скребкових і барабанних бланшувачах. Але при цьому втрачається значна частина цукрів, кислот, мінеральних солей, вітамінів. Парою обробляють у стрічкових ошпарювачах чи ошпарювальних котлах. У цьому випадку втрати розчинних речовин сировини набагато менші, оскільки бланшування відбувається у кілька разів швидше, ніж у воді. Тому більш доцільною є парова обробка сировини. Для бланшування цілих чи нарізаних фруктів у воді або насиченою парою застосовують ковшову бланшувальну машину БК (рис. 47).

Сировину завантажують у ковші транспортера, які у міру руху по тунелю потрапляють у гарячу воду чи насичену пару. На виході з тунелю бланшована сировина у ковшах охолоджується холодною водою. Продуктивність бланшувальної машини БК 0,5 – 8 т / год.

Машини БКП-200 і БКП-400 призначені для бланшування сировини з наступним охолодженням водою. Установлюють їх

переважно у технологічних лініях до парових конвеєрних сушарок.

*Відван-
таження*

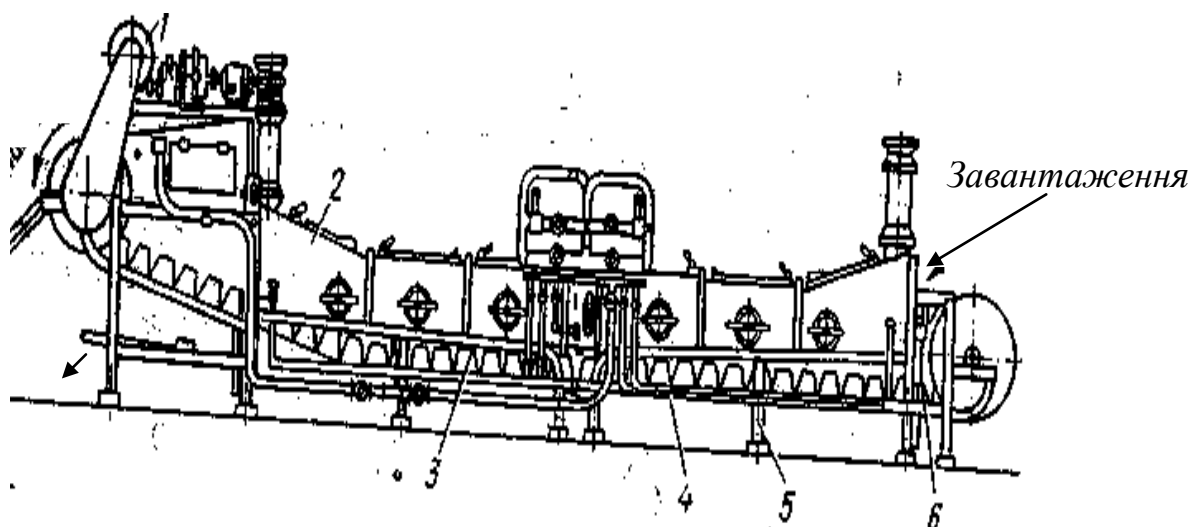


Рис. 47. Бланшувальний ковшовий БК :

1 – привід; 2 – тунель; 4, 3 – водопровід; 4 – паропровід; 5 – каркас; 6 – ковшовий транспортер

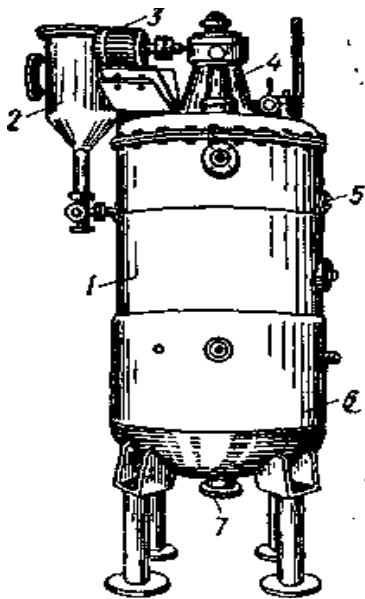
Уварювання проводять видалення значної частини води із продукту і підвищення концентрації сухих речовин (наприклад, у виробництві екстрактів). Сировину уварюють як при атмосферному тиску, так і під вакуумом. Перший спосіб застосовують широко, але він має недоліки. Перероблювані продукти залежно від концентрації у них сухих речовин закипають при температурі 100...104 °С, з підвищенням концентрації речовин підвищується і температура кипіння. При такій високій температурі і тривалому нагріванні виникають небажані зміни цукрів, вітамінів, барвних та інших речовин.

Під вакуумом у результаті розрідження продукт закипає при 40...55 °С і за умови відсутності повітря. У цьому випадку вітаміни й інші речовини не руйнуються і продукція виходить більш високої якості.

Для варіння варення, джему, повидла, уварювання плодового соку чи інших видів сировини широко застосовують двотілі вакуумні апарати з нержавіючої сталі. Сировину подають через завантажувальні

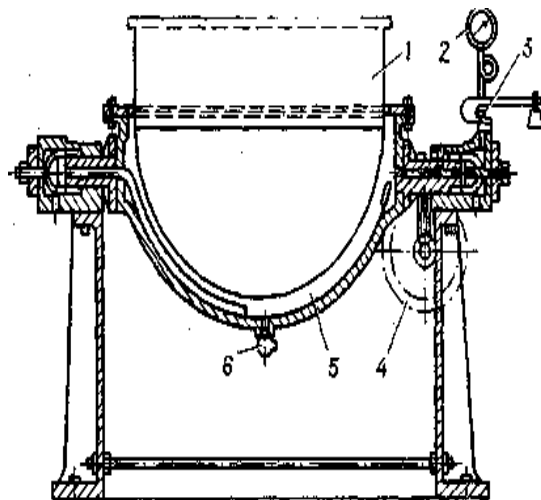
штуцери у верхній частині апарата, у нижній частині є двостінна парова камера (рис.48) для нагрівання продукту і патрубок для випуску увареної маси.

Продукт перемішується мішалкою, закріпленою на вертикальному валу, який обертає електродвигун через редуктор. У апараті є вловлювач для вловлювання найбільших частинок продукту, які виносить пара, що виділяється з продукту. Роботу апарата контролюють мановакуумметром і термометром варильної камери.



48. Вакуум-апарат МЗС-320М:

1—корпус; 2—уловлювач; 3—електродвигун; 4—мішалка; 5—завантажувальний штуцер; 6—парова камера; 7—розвантажувальний патрубок.



49. Двотілий варильний котел:

1—чаша; 2—манометр; 3—запобіжний клапан; 4—штурвал; 5—парова камера; 6—краник

Уварювання при атмосферному тиску проводять у двотілих варильних котлах. Для варіння варення використовують варильний двопільний перекидний котел на 12 л марки 6-А чи неперекидний на 60 л 5-А. Є варильні двотілі котли з нержавіючої сталі без мішалки і з мішалкою на 150 л. Для приготування маринадної заливки застосовують варильні емальовані котли на 100 і 250 л (КО-63, КО-

250). Двотілі варильні котли (рис. 49) обігріваються паром, яку подають у порожнину між чашою і паровою оболонкою. Таке підігрівання запобігає підгорянню продукту. Конденсат і повітря з парового простору видаляють через кран у паровій оболонці. Котли мають манометри і запобіжні клапани.

Фасування продукції здійснюють у старанно вимиту тару, заповнюючи кожен банку точно визначеною кількістю продукції (відхилення від установленої норми допускається у межах 1–2 %). Якщо до складу консервів входять декілька компонентів (наприклад, у компотах плоди і сироп), необхідно дотриматися за стандартом чи ТУ їх співвідношення. При виготовленні окремих видів компотів виникає необхідність у фігурному укладанні плодів.

Фасування багатьох видів продуктів механізовано. Фруктові пюре, пасту та інші густі і в'язкі продукти фасують на автоматах-наповнювачах ротаційного типу з поршневими дозаторами і перепускними клапанами. Для фасування пюреподібних продуктів у тару на 0,2–1,0 см³ застосовують наповнювач автоматичний шестициліндровий ДНЗ-1-125 продуктивністю 80–100 банок за 1 хв. Банки місткістю 2000 і 3000 см³ наповнюють в'язким продуктом на автоматичному наповнювачі ДНЗ-3-63 продуктивністю 40 і 60 банок за 1 хв (рис. 50) Наповнювач має чотири дозувальних циліндри.

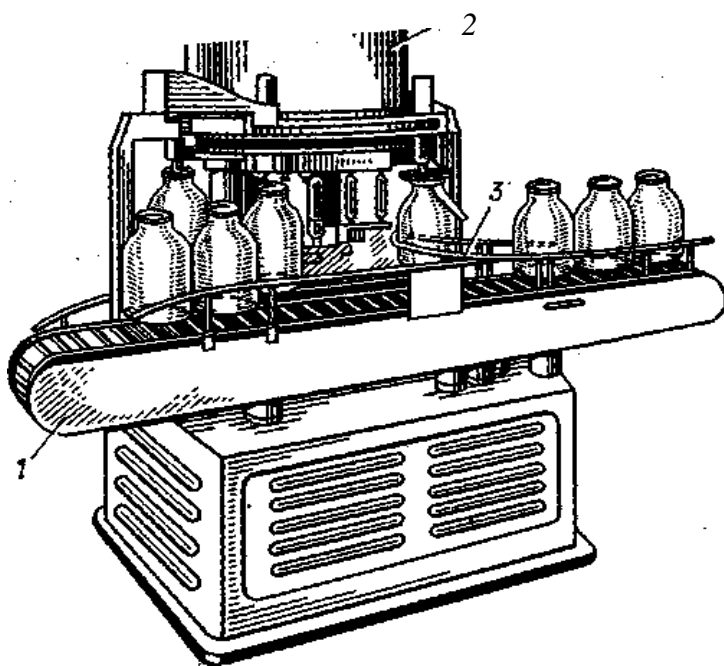


Рис. 50.
*Автоматичний
наповнювач ДНЗ-3-
63:*

1–транспортер; 2–
бак; 3–стіл

Для фасування сиропів, соків та інших рідких продуктів у жерстяні чи скляні банки до постійного рівня застосовують автоматичний наповнювач И9-ИН2А. Він являє собою карусель, що обертається, з підйомними столиками й продуктовим баком, у дні якого закріплено розливальні пристрої. Продуктивність цього наповнювача 60–160 банок за 1 хв. За таким же принципом працює наповнювач АНС для фасування соків у банки на 3000 см^3 продуктивністю 30 банок за 1 хв. Наповнювач АНС має спеціальний пристрій для знімання піни, яка утворюється під час наповнення банок соком. Модернізований наповнювач АНСМ для соків використовують для наповнення банок місткістю 2000 і 3000 см^3 при температурі до $95\text{ }^{\circ}\text{C}$. Продуктивність – 34 і 42 банки за 1 хв.

Для наповнення скляних банок цілими плодами вишень, черешень, слив при виробництві компотів і маринадів застосовують автоматичні наповнювачі МППЗ-300, а для фасування варення з цілих чи нарізаних плодів – НВ. Є відповідні наповнювачі і для розливу соків у пляшки різної місткості.

При фасуванні консервів із ніжних ягід – малини, суниць – банки наповнюють руками. При невеликому обсязі продукти також фасують ручним способом. У процесі фасування продуктів у тару перед закупорюванням банок проводять контрольне зважування їх для визначення відповідності маси нетто даному виду консервів і місткості тари. У разі відхилення від заданих норм наповнювач регулюють.

Ек্সгаустування. Під час фасування консервів у банки проникає повітря. Підсмоктування його у рідкі і пюреподібні продукти відбувається і при перекачуванні їх насосом на розливання. Крім того, повітря міститься у міжклітинниках плодів і ягід. Чим нижча температура продукту під час фасування, тим більше міститься у ньому повітря.

Наявність повітря у банці небажано, тому що кисень сприяє окисленню різних речовин продукту, збільшує корозію жерсті у

відкритих від лаку чи олова місцях, дає можливість знову з'явитися аеробним мікроорганізмам, знешкодженим під час стерилізації.

При стерилізації консервів до тиску водяної пари, яка утворюється у банці під час нагрівання, додається тиск внаслідок розширення продукту і залишків повітря у банці. У банці утворюється надлишковий тиск 196–392 кПа, який може призвести до деформації металевих тар чи зривання кришок із скляних банок. Підвищення тиску всередині банок залежить від виду консервів, розмірів і матеріалу банок, тому видалення повітря із банок з продуктами перед закупорюванням має велике практичне значення. Цей процес називається ексгаустуванням (від англійського *ексгаус* – витягувати). Застосовують теплове, механічне, а іноді й спільне ексгаустування.

При тепловому ексгаустуванні незакупорені банки з продуктом пропускають через апарат ексгаустер, де їх протягом 8–10 хв прогрівують парою. Теплове ексгаустування відбувається в процесі наповнення банок попередньо підігрітим до певної температури продуктом чи під час заливання плодів і ягід гарячим сиропом.

Самоексгаустування відбувається при закупорюванні банок «дихаючими» кришками. Повітря з банок стравлюється після закупорювання під час стерилізації. Це ексгаустування найефективніше, тому що виключаються втрати тепла і суміщаються в одну операцію процеси ексгаустування і стерилізації. Прогрівання продукту, що знаходиться у тарі, інфрачервоними променями також є тепловим ексгаустуванням.

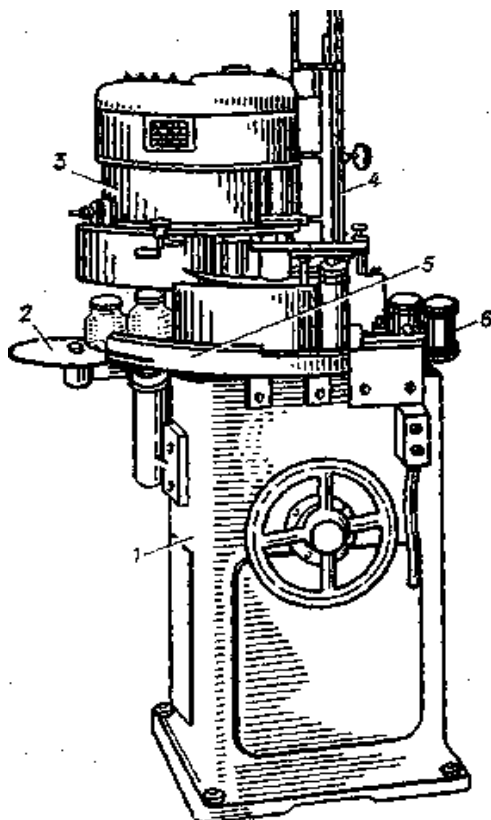
Механічне ексгаустування проводять у вакуум-закатних апаратах відсмоктуванням повітря із заповнених продуктом банок при розрідженні 80–60 кПа (у окремих випадках 30 кПа). Механічне ексгаустування часто суміщають з тепловим – спочатку продукт (сиropи, соуси) розігрівають до 70...80 °С, а потім закупорюють на вакуум-закатних машинах. Величину розрідження

при закупорюванні установлюють для кожного виду консервів з урахуванням їх складу.

Закупорювання і миття закупорених банок. Металеві банки закупорюють на автоматичних чи напівавтоматичних закатних машинах продуктивністю 22–220 банок за 1 хв. Закупорювання проводять за два заходи: один ролик підкочує шов, другий – щільно прикочує його до банки. Для цього застосовують закатні машини Б4-КЗТ-11, вакуум-закатні машини Б4-КЗВ-7 та ін.

Скляні обкатні банки закупорюють на автоматах чи напівавтоматах різних систем. Принцип їх роботи полягає у тому, що обертальний ролик притискує край кришки до горла банки. Паровакуумну закатну машину АЗМ-3П (рис. 51) продуктивністю 70 банок за 1 хв застосовують для закупорювання банок місткістю від 200 до 1000 см³.

Машина закатна ЗКМ-125 (Б4-КЗК 109) призначена для закупорювання, маркірування і рахування наповнених скляних банок місткістю 100–1000 см³.



**Рис. 51. Автоматична парова-
куумна машина АЗМ-3П:**

1–станина; 2–механізм відведе-
ння банок; 3–закочувальна
головка; 4– магазин кришок; 5–
огорожа; 6–механізм подавання
банок

Продуктивність – 160 банок за 1 хв. Напіваавтоматичну закатну машину ЗК4-10-12 (БЗК-К4-77-01) продуктивністю 12 банок за 1 хв застосовують для закупорювання скляних банок місткістю 800–10000 см³. Є закатні машини й інших систем, у тому числі і для закупорювання пляшок.

Перед початком роботи перевіряють, чи правильно відрегульовано головку закатної машини. Зовнішня ознака хорошого закупорювання – рівномірне підкочування нижньої половини гачка кришки до вінця банки, кришка ця повинна прокручуватися руками. Недопустимі підрізи кришок роликами. Шов у металевих банках повинен бути рівним і герметичним. На вакуум-закатних машинах у момент закатування манометр повинен показувати необхідний вакуум.

Після закупорювання тару миють для видалення можливих залишків продуктів. Банки з плодово-ягідною продукцією миють у гарячій воді, потім споліскують під душем.

Для перевірки герметичності металевої тари холодні банки поміщають на 1,0–1,5 хв у воду, нагріту до температури 80...85 °С. Вміст банок розширюється, і при нещільному закупорюванні із них виходять бульбашки повітря. Для перевірки герметичності склотари банку поміщають горловиною вниз у патрон спеціального пристрою, у якому створюється тиск. Якщо банка закупорена негерметично, бульбашки повітря проникають усередину.

Стерилізація і пастеризація консервів. Якість консервів і тривалість їх зберігання без псування залежать від того, наскільки ретельно і правильно проведена їх стерилізація чи пастеризація, при яких гинуть мікроорганізми і створюються умови, за яких припиняється розвиток спор мікроорганізмів.

Режим стерилізації залежить від виду продукції, розміру і виду тари (жерстяна, скляна). У кислому середовищі мікроорганізми гинуть швидше, ніж у нейтральному; консерви з твердою продукцією прогріваються довше, ніж з рідкою; жерстяна тара

прогрівається швидше від скляної. У зв'язку з цим для кожного виду консервів розроблено свій режим стерилізації.

При стерилізації у банках створюється певний тиск навіть і в тому випадку, якщо перед їх закупорюванням було проведено ексаустивання. Тому при встановленні режиму стерилізації дають певний тиск для зрівноваження тиску, що утворився всередині банок. У протилежному разі можливе зривання кришок чи деформація жерстяної тари.

Стерилізацію проводять у спеціальних апаратах – автоклавах чи стерилізаторах безперервної чи періодичної дії під тиском; пастеризацію – у відкритих ваннах чи автоклавах. Пастеризація у відкритих ваннах – найпростіший спосіб, який застосовують рідко і в основному, для кислих консервів у жерстяних банках. На плодопереробних підприємствах застосовують вертикальний автоклав-стерилізатор на два кошики Б6-КАВ-2, рідше Б6-КАВ-4 на чотири кошики. У кожному кошику можна розмістити 456 банок І-82-500, 224 банки І-82-1000 чи 56 банок І-82-3000. Ці автоклави-стерилізатори мають автоматичний пристрій для реєстрації і програмного регулювання тиску робочого середовища.

Вертикальний автоклав (рис. 52) складається із зварного циліндричного корпусу, до нижньої торцевої частини якого приварено сферичне днище, а до верхньої приєднана (на завісах) кришка. Між кришкою й корпусом є кільцева гумова прокладка. До корпусу кришка притискується відкидними баранчиковими болтами. У відкритому автоклаві кришка знаходиться у вертикальному положенні, піднімання її полегшується противагами. Закупорені банки укладають у кошики рівними рядами за допомогою пристрою ЦС-157 (для скляних банок місткістю 500 і 1000 см³). Продуктивність установки 60 банок за 1 хв.

Для розвантаження автоклавних кошиків застосовують пристрій ЦС-200 для банок місткістю 500, 1000, 2000 і 3000 см³.

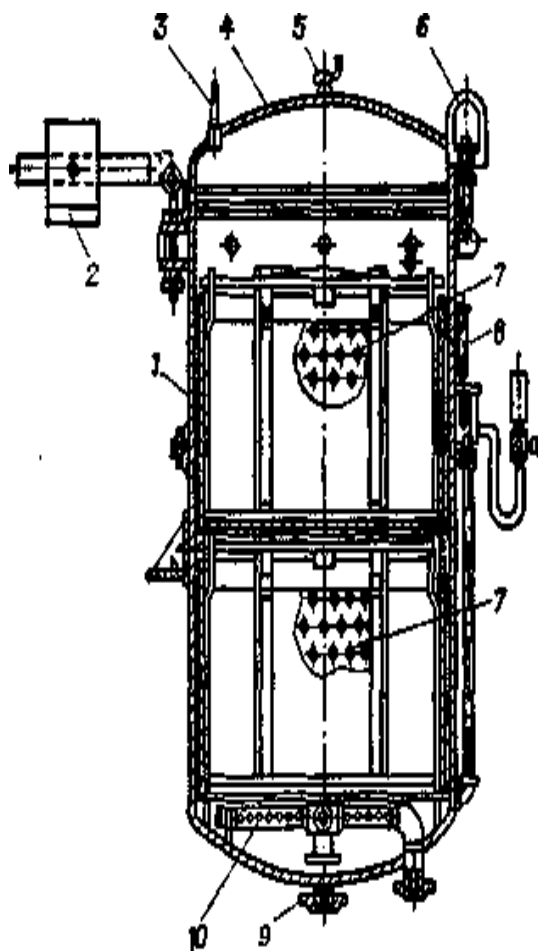


Рис. 52. Вертикальний автоклав:

1—корпус; 2—противага; 3—запобіжний клапан; 4—кришка; 5—продувний кран; 6—баранчикова гайка; 7—кошики; 8—термометр; 9—зливник води; 10—барботер

Наповнені кошики за допомогою електротельфера (лебідки з електродвигуном) установлюють один на один в автоклав, заповнений водою з температурою на 10...20 °С вище температури продукції у банках.

Автоклав закривають кришкою, загвинчують баранчиками і поступово (при різкому збільшенні температури банки можуть тріснути) розігрівають до температури стерилізації. Температуру збільшують, пропускаючи пару через нижній барботер (трубку з отворами для виходу пари чи повітря).

Одночасно поступово піднімають тиск водою чи повітрям. При малому тиску можливе зривання кришок, а при різкому збільшенні його кришки можуть вдавнитися у банки.

Протягом відповідного часу проводять стерилізацію, підтримуючи необхідну температуру і тиск подачею пари і спусканням води. Потім поступово охолоджують банки до (2...3

°C) за 1 хв) до 35...40 °C. Для цього холодну воду подають через барботер під кришкою автоклава вздовж стінок корпусу і випускають гарячу воду. Якщо холодна вода потрапляє на скляні банки, вони можуть тріснути. Одночасно з охолодженням поступово знижують тиск до атмосферного. Після цього автоклав розвантажують.

Металеві банки можна стерилізувати в автоклавах однією парою, для цього спочатку протягом 10 хв продувають автоклав парою, випускаючи повітря через продувний вентиль. Потім розігрівують, стерилізують і охолоджують банки. Під час охолодження підкачують повітря для поступового зниження тиску, тому що з поданням води для охолодження пара конденсується і тиск різко падає, що призводить до розривання швів банок.

Для стерилізації консервів у скляних, металевих банках і полімерних упаковках застосовують напівавтоматичний стерилізатор «Ратомат» (Німеччина). Температура нагрівання – до 140°C, тиск – до 600 кПа. У цьому автоклаві передбачено обертання сіток з банками у процесі стерилізації, що забезпечує рівномірніше прогрівання продукту всередині банки.

На консервних заводах застосовують високопродуктивний угорський безперервнодіючий стерилізатор «Хуністер». У ньому можна стерилізувати консерви у металевих і скляних банках Ø 76–110 мм. Стерилізатор має 14 башт, розділених на зони підігрівання, стерилізації і охолодження. Тиск і температура піднімаються поступово відповідно до 240 кПа і 130 °C, а потім плавно знижуються. Автоклави і стерилізатори обладнані контрольно-вимірювальними приладами – манометром, термометром, термодатчиками, самописами, запобіжниками і т. д. За роботою автоклава стежить апаратник-стерилізаторник (робітник, який проводить стерилізацію). Він зобов'язаний записувати у спеціальний журнал усі дані про стерилізацію. Після стерилізації банки поміщають у мийно-сушильний агрегат, де їх споліскують теплою (35...45 °C) водою і висушують підігрітим повітрям. На

висушені банки етикетувальними машинами чи вручну наклеюють етикетки. Якщо жерстяні банки призначені для тривалого зберігання, їх не обклеюють етикетками, а покривають лаком, що швидко сохне, змащують вазеліном чи іншим жировим мастилом, яке захищає банки від вологи та іржі.

Готову продукцію у металевій чи скляній тарі запаковують у ящики із гофрованого картону чи дощаті ящики і відправляють на склад. Для стерилізації, миття й оформлення банок є поточкові лінії.

Види браку і причини псування консервів. Консерви можуть псуватись як при їх виробництві, так і під час зберігання на складах. Основний вид цехового браку – негерметичні чи деформовані банки. Якщо брак виявлено до стерилізації, банки відкривають, продукцію перекладають в іншу тару і знову закатують. На випадок коли з'являється брак після стерилізації, банки також відкривають і продукт зразу ж направляють на виготовлення пюреподібних консервів, тому що при повторній стерилізації плоди не зберігаються. Складський брак найчастіше проявляється у вигляді бомбажу (кришки банок здуваються).

В результаті поганої герметизації чи неправильно проведеної стерилізації починають розвиватися мікроби, при цьому утворюються гази і банки здуваються (мікробіологічний бомбаж). Якщо з будь-яких причин сталося відхилення режиму стерилізації від заданого, беруть 50 банок (від автоклавоварок з порушеним режимом стерилізації) і витримують їх протягом 10 діб у термостаті при 37 °С. Ця температура сприятлива для розвитку мікроорганізмів. Якщо консерви погано простерилізовані, за цей час у них з'явиться бомбаж. У цьому випадку всю партію забраковують. Консерви від справних автоклавоварок термостатній витримці не піддають.

У жерстяних банках в результаті пошкодження шару олова чи лаку можливе сполучення кислот продукту чи заливки з жерстю. При цій реакції виділяється водень і банки також надуваються (хімічний бомбаж). При мікробіологічному бомбажі у продукті нагромаджуються отруйні речовини, при хімічному – солі важких

металів. Тому вміст таких банок непридатний для використання в їжу.

У деяких випадках виникає фізичний бомбаж, який, на відміну від перших двох, не викликає псування продукції. Тимчасовий фізичний бомбаж спостерігається при стерилізації через розширення продукції під час нагрівання. Після охолодження бомбаж зникає. Заморожування продукції також призводить до бомбажу, але продукція залишається придатною для використання. Банки з хляпаючими кришками з'являються внаслідок фасування продукції при більш низькій температурі, ніж температура зберігання.

Якщо при огляді консервів знаходять іржу на кришках скляних банок чи жерстяних банках, їх очищають ганчір'ям і змащують вазеліном чи іншим антикорозійним мастилом. У випадку сильної іржі банки вибраковують.

Зберігання готової продукції. Консерви можуть зберігатися тривалий час. Протягом всього строку зберігання у них не повинно бути змін органолептичних якостей і харчової цінності. Для цього необхідно точно дотримуватися технологічного процесу виробництва консервів і режиму зберігання. Звичайно консерви зберігають протягом двох-п'яти років залежно від виду, хімічного складу, тари й умов зберігання.

Готову продукцію на складах зберігають у ящиках, розміщених на піддонах. Піддони з ящиками установлюють у штабель висотою до 4–5 м електроштабелерами чи автонавантажувачами. У разі застосування піддона розміром 1000х1200 мм і укладання банок у ящики чи картонні коробки на 1 м² розміщують до 3000 банок І-82-500.

Іноді допускається зберігання продукції у штабелях без ящиків. У цьому випадку під кожний ряд банок підкладають картон чи фанеру. При укладанні вручну на 1 м² площі розміщується в 1,5 раза менше банок, ніж на піддонах. Консерви, фасовані у банки місткістю 3000, 5000 і 10 000 см³, зберігають у решітчастих ящиках

або клітках, які також встановлюють на піддони для механізованого завантаження і розвантаження.

Дозволяється зберігати консерви при температурі $0...20^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості повітря не вище 70–75 %, але для окремих видів консервів є свої особливості у режимі зберігання. Наприклад, плодово-ягідні соки зберігають при температурі $0...20^{\circ}\text{C}$, а лимонний і рейпфрутовий при $0...5^{\circ}\text{C}$. Склади повинні бути сухими і добре провітрюватись. Температуру і вологість повітря підтримують без різких коливань. Зниження температури нижче 0°C недопустиме, особливо для консервів у скляній тарі.

Нині у виробництво впроваджуються механізовані потокові лінії складських операцій для оформлення готової продукції у скляних банках місткістю 500–1000 см³ продуктивністю 100, а у металевій тарі – 200 банок за 1 хв. За консервами у період зберігання ведуть спостереження. Не рідше одного разу на квартал розкривають 1 % ящиків, що зберігаються, і оглядають банки.

8.3. Продукти переробки фруктів і овочів

Асортимент продуктів переробки фруктів і овочів численний, різноманітний і активно оновлюється шляхом використання місцевої та нетрадиційної сировини.

Продукти переробки фруктів і овочів поділяють залежно від методів консервування на групи: фруктові та овочеві консерви, швидко заморожені фруктові та овочеві продукти, сушені фрукти і овочі, солоні, квашені, мочені овочі і фрукти, картопляні продукти. Остання група об'єднується не за методами консервування, а за сировиною.

Консерви овочеві та фруктові. До овочевих і фруктових консервів відносять продукти, фасовані в тару, герметично закупорені, стерилізовані при температурі $110...120^{\circ}\text{C}$ (більшість консервів), пастеризовані при температурі нижче 100°C (овочеві

маринади, томатний соус тощо) або виготовлені комбінованим способом – спочатку овочі, фрукти маринують, солять, квасять, а потім з цих продуктів шляхом стерилізації або пастеризації виготовляють консерви. Деякі консерви (пюре, соки) виготовляють асептичним консервуванням. Продукт стерилізують не в автоклавах, а в спеціальних апаратах, пропускаючи його через теплообмінники (трубки) при температурі 115...125° С протягом 90 – 240 с. Потім продукт охолоджують до 40° С, фасують у простерилізовану тару (банки, туби, бочки, пакети) і закупорюють герметично. Асептичне консервування дає можливість отримати продукти високої якості і зберегти натуральні властивості сировини (смак, запах).

У процесі теплової обробки фруктів, овочів за рахунок денатурації, розкладу (гідроліз), окислення складових речовин, руйнування вітамінів, інших біологічно активних речовин знижується їх харчова цінність, природні і фізичні властивості, можуть виникнути дефекти і забруднення важкими металами. Фруктово-овочеві консерви поділяють на овочеві і фруктові.

За цільовим призначенням консерви поділяють на асортимент для дієтичного харчування дорослих (в тому числі людей похилого віку), для дієтичного і лікувального харчування дітей, для здорових дітей.

Консерви овочеві натуральні виготовляють з цілих, нарізаних або протертих овочів з додаванням заливки – 2–3%-ного розчину кухонної солі – або без неї. В кукурудзу цукрову додають цукор. Ці консерви називають натуральними, бо вони зберігають властивості свіжих овочів – мало змінюється зовнішній вигляд, смак, аромат.

До натуральних консервів відносяться: Горошок зелений консервований, Квасоля цукрова консервована, Кукурудза цукрова консервована, Цвітна капуста консервована, Перець стручковий солодкий консервований, Шпинат консервований, Морква і буряки гарнірні, Томати натуральні консервовані, Томати цілі очищені стерилізовані тощо.

Консерви овочеві закусочні виготовляють з нарізаних і протертих овочів, до яких додають олію, томатний соус, пряну зелень, спеції, часник, перець, лавровий лист.

Закусочні консерви втрачають натуральні властивості, набувають характерного смаку від прянощів, часнику, олії і томатної заливки.

У цю групу входять такі консерви: овочі нарізані у томатному соусі, овочі фаршировані у томатному соусі, салати, вінегрети, ікра овочева.

Овочі нарізані у томатному соусі виготовляють в численному асортименті – близько 15 найменувань: баклажани, нарізані кружальцями з овочами; кабачки, нарізані кружальцями з овочами; баклажани, нарізані кружальцями; кабачки, нарізані кружальцями; баклажани по-болгарськи; закуска овочева; гогошари; токана овочева; баклажани, нарізані кружальцями з цибулею; рагу з овочів та ін.

Овочі фаршировані у томатному соусі виготовляють з перцю, томатів, баклажанів, капустяного листа (голубці), в які вкладають фарш (обсмажені на олії цибуля, морква, коріння петрушки, селери, пастернаку, пряної зелені) і заливають томатним соусом.

Асортимент консервів фаршированих: перець, фарширований овочами;

перець, фарширований овочами з рисом; томати, фаршировані овочами; томати, фаршировані рисом і цибулею; баклажани, фаршировані овочами і рисом; голубці.

Салати роблять з нарізаних свіжих, швидкозаморожених, солоно-квашених, консервованих овочевих напівфабрикатів з додаванням олії, солі, цукру, прянощів, оцтової кислоти або без неї. Випускають салати універсального використання (Український, Донецький, Кубанський, Ніжинський, Білоцерковський, Херсонський, Сумський та ін.) і для громадського харчування (Овочевий з солодким перцем, Закусочний з яблуками, Травневий, Столовий та ін.).

Ікру овочеву виготовляють з кабачків, баклажанів, буряків, цибулі. Їх обсмажують в олії, подрібнюють до пюре, змішують з обсмаженими і подрібненими цибулею, морквою, корінням петрушки, селери, пряною зеленню, додають спеції, сіль, цукор, продукти томатні концентровані.

Консерви Перші та другі обідні страви готують з свіжих, квашених, солоних овочів, картоплі з додаванням крупи, бобових культур, макаронних виробів, м'яса або без нього, жирів, томатних консервованих продуктів, грибів, кухонної солі, цукру, прянощів.

Асортимент цієї групи консервів налічує близько 45 найменувань, які об'єднуються у групи: страви з м'ясом, страви без м'яса – борщі, щі, розсольники, капустаники, буряковники, супи, солянки овочеві, заправки (борщова, для розсольників).

Консерви Перші обідні страви перед споживанням з'єднують з 1–1,5 кратною кількістю гарячої води, а заправки обов'язково кип'ятять.

Консерви Соки овочеві виготовляють з одного або кількох видів овочів пресуванням на шнекових або інших апаратах.

Виготовляють соки овочеві *натуральні* – томатний натуральний і концентрований, капустяний з квашеної капусти, морквяний, буряковий; з *підсолоджувачами* – буряковий без м'якоті, буряковий і морквяний з м'якоттю; *купажовані* – буряково-яблучний, морквяно-айвовий, буряково-айвовий, морквяно-брусничний, морквяно-журавлиний, морквяно-виноградний.

Напої овочеві виготовляють на основі томатного соку натурального або концентрованого, томатної пасти, в які додають яблучний сік, овочеві і фруктові пюре, соки, ефірні олії, цукор, кухонну сіль або тільки кухонну сіль.

Асортимент овочевих напоїв: Ароматний, Червоний, Молодість, Особливий, Огірковий, Томатний та ін.

Консерви Овочі мариновані – це свіжі овочі і солоні огірки й томати, залиті маринадною заливкою, до складу якої входять кухонна сіль, цукор, прянощі, оцтова кислота з олією або без.

Мариновані овочеві консерви виготовляють з цілих або нарізаних баклажанів, кабачків, капусти, огірків, патисонів, перцю солодкого, буряків, томатів, квасолі стручкової, гарбузів; з декількох видів цих овочів; з суміші овочів та фруктів (асорті).

Консерви Концентровані томатні продукти виготовляють із стиглих томатів методом подрібнення їх, підігрівання, протирання і уварювання з сіллю або без неї до певного вмісту сухих речовин.

Випускають томатні продукти із вмістом сухих речовин (по рефрактометру), %: у пюре – 12, 15, 20; у несолоній пасті – 25, 30, 35, 40; у солоній пасті – 27, 32, 37 (без урахування солі).

Після уварювання пасту і пюре фасують в металеві, скляні банки і стерилізують. Томатні продукти після асептичного консервування розливають у бочки, туби.

Консерви Соуси томатні виготовляють з концентрованих томатних продуктів або стиглих свіжих томатів, моркви, цибулі, петрушки, селери, пряної зелені, яблук, айви, перцю солодкого з додаванням олії, прянощів, часнику, оцтової кислоти.

Асортимент соусів томатних неконцентрованих: Кубанський, Молдова, Херсонський, Апетитний, Чорноморський, Шашличний, Гострий та ін.;

концентрованих: Дністровський, Гострий концентрований. За способом обробки соуси розподіляють на: нестерилізовані, стерилізовані, із застосуванням консервантів.

Консерви фруктові. Натуральні консерви – це фрукти у натуральному соці, пюре або пульпі з тих же фруктів. Наприклад, яблука у яблучному соці, сливи у сливовому соці, яблука з сливами, залиті яблучним і сливовим соком та ін.

Компоти виготовляють майже з усіх видів фруктів, а також з ревеня і динь. Асортимент компотів налічує більше 30 найменувань. Найменування компоту з одного виду надається за назвою фруктів або овочів. Компоти з декількох видів називають Асорті. Компоти для дитячого і дієтичного харчування готують з

кращої сировини додаючи сироп на сорбіті і ксиліті.

Соки виготовляють майже з усіх видів фруктів, вони є натуральні, з підсолоджувачами, з м'якоттю, концентровані, газовані.

Соки натуральні без цукру та інших підсолоджувачів є освітленими і неосвітленими; соки підсолоджені –з додаванням підсолоджувачів освітленими і неосвітленими; соки з м'якоттю – натуральними і підсолодженими; соки купажовані (змішані соки декількох найменувань) – натуральними, підсолодженими, з м'якоттю і підсолоджувачами.

Соки концентровані отримують випаровуванням води до вмісту сухих речовин 54–70 % з освітлених соків і соків з м'якоттю з уловлюванням ароматичних речовин (арома).

Соки газовані. Купажовані соки (натуральні, з м'якоттю) або соки одного виду змішують з цукровим сиропом, насичують вуглекислим газом, фасують у пляшки, закупорюють і стерилізують.

Соки для дитячого і дієтичного харчування бувають натуральні, з сиропом, з м'якоттю, з додаванням замість цукру сиропу на сорбіті і ксиліті.

Напої виробляють освітленими, неосвітленими, з м'якоттю, купажованими. Вони відрізняються від соків меншим вмістом сухих речовин і бувають звичайні та газовані. Газовані напої: освітлені –яблучно-виноградний, яблучно-вишневий; неосвітлені – яблучно-журавлиний, яблучно-обліпиховий, яблучно-червоно-чорногоровиновий; з м'якоттю – сливово-чорносмородиновий, яблучно-абрикосовий та ін.

Виготовляють *дієтичні соки і напої* з фруктів та овочів з додаванням (або без) цукру, природних цукрозамінників, харчових кислот, знежиреного молока, сколотини, молочної сироватки, пектину, толокна. Ці консерви призначені для лікувального та профілактичного харчування при цукровому діабеті, атеросклерозі, надмірній масі, захворюваннях нирок та органів травлення.

Сиропи – це сильно згущені соки з додаванням цукру, органічних кислот, ароматичних речовин та інших компонентів: яблучний, вишневий, виноградний, малиновий та ін.

Екстракти – це згущені соки, виготовлені уварюванням фруктових соків до вмісту сухих речовин 44 % – у чорносмородиновому, 54 % – у журавлиному, 62 % – у виноградному, 57 % – в інших видах.

Фрукти протерті і подрібнені з цукром виготовляють майже з усіх фруктів (свіжих, заморожених, напівфабрикатів). Один або два види фруктів подрібнюють або перетирають на пюре і додають цукор. Асортимент цих продуктів численний – більше 50 найменувань.

Пюре. В асортименті є пюре-напівфабрикати, пюре фруктові для дитячого харчування, пюре і пасти дієтичні.

Пюре-напівфабрикати виготовляють з дикорослих і культурних фруктів із вмістом сухих речовин залежно від найменування 8; 8,5; 10; 11; 12; 13%.

Пюре фруктове для дитячого харчування випускають кількох різновидів: пюре з цукром, гомогенізоване або протерте з одного виду фруктів; пюре з суміші фруктів з цукром; пюре із суміші овочів, фруктове пюре з соком; пюре з фруктів з молоком і крупами.

Соуси фруктові виготовляють з протертих свіжих фруктів або замороженого пюре з додаванням цукру й уварюванням до вмісту сухих розчинних речовин 21 % (у персиковому – 23 %).

Мариновані фрукти – це цілі або нарізані плоди яблук, слив, смородини, порічок в маринадній заливці (розчин цукру, кухонної солі, оцтової кислоти з прянощами).

Консерви, які випускають у банках без стерилізації, називають *пресервами*. Вони зберігаються завдяки використанню консервуючих речовин – цукру, солі, оцтової кислоти та ін. – чи зберіганню при низькій температурі.

Одиниці виміру та облік фруктово-овочевих консервів.

Фруктово-овочеві консерви випускають в банках скляних об'ємом від 100 до 10000 см³ і металевих – від 95 до 8880 см³.

Облік фруктово-овочевих консервів у сфері виробництва і торгівлі, в органах Міністерства статистики, в інших міністерствах і відомствах ведеться в гривнях, тоннах, умовних банках (уб), тисячах умовних банок (туб), мільйонах умовних банок (муб). В більшості країн світу основною одиницею виміру і обліку плодоовочевих консервів є тонна.

В Україні і країнах ближнього зарубіжжя умовна банка залежно від виду фруктово-овочевих консервів може виражатись в масі нетто (г) або в об'ємі (см³). За умовну масову банку приймають 400 г продукту, за умовну об'ємну – банку місткістю 353,4 см³.

Всі види консервів, виготовлені з фруктів і овочів (крім компотів, фруктів у цукровому сиропі), обліковують у масових умовних банках, компоти і продукти в цукровому сиропі – в об'ємних умовних банках. Для визначення кількості масових умовних банок фактичну масу нетто консервів у грамах треба поділити на 400 г.

Соки, напої, соуси, пасти мають різний вміст сухих речовин різну щільність маси і масу (вагу). Масу визначають множенням виміру у кубичних дециметрах (дм³) на щільність маси (г / см³). Наприклад, маса нетто 500 дм³ (500 л) вишневого соку із вмістом сухих речовин 14% становить: $500 \times 1,0553 = 527,6$ кг (щільність маси консервів наведено у спеціальних довідниках).

Для перерахунку томатних продуктів в умовні банки їх необхідно довести до однієї базисної концентрації сухих речовин – 12%.

Наприклад, для перерахунку 5300 кг томатної пасти, що містить 30% сухих речовин, необхідно:

$$(5300 \cdot 1000 \cdot 30) : 400 \cdot 12 = 3100 \text{ (33,1 туб)}.$$

8.4. Швидкозаморожені овочеві та фруктові продукти

Швидке заморожування овочевих та фруктових продуктів відбувається різними методами при температурі 35...50° С. Консервування харчових продуктів за допомогою знижених температур відоме давно і використовується досить широко. Серед факторів, які впливають на якість продуктів, законсервованих методом охолодження, важливе значення належить температурі. Вона впливає на метаболічну активність мікроорганізмів і живих тканин, на хімічні реакції і втрату вологи. В діапазоні від 3 до 10°C ріст патогенних мікроорганізмів сповільнюється, а при температурі нижче від 3 °С гальмується, ріст мезофільних і термофільних мікроорганізмів значно затримується. Лише психрофільні мікроорганізми добре розвиваються в діапазоні між 0 і мінус 15°C, але повільніше, ніж за мінус 15...45 °С. Все це є причиною гальмування процесів мікробіологічного псування продуктів, консервованих охолодженням. Заморожування дозволяє максимально зберегти поживні речовини фруктів і овочів, але кількісні і якісні зміни все-таки відбуваються.

Фрукти швидкозаморожені. Заморожують абрикоси, агрус, аличу, брусницю, вишні, горобину, груші, журавлину, малину, обліпиху, персики, порічки, суниці, чорниці, смородину чорну, яблука тощо. Заморожують також фруктові пюре і соки. Більш економічно вигідно заморожувати концентровані соки (натуральні містять мало сухих речовин).

Овочі швидкозаморожені. Заморожують майже всі види овочів (крім салату і редиски) а також овочеві суміші: набори для супів, суміш зеленого горошку з морквою, молоду зелень (петрушка, кріп, селера, цибуля зелена).

Швидкозаморожені обідні, закусочні страви й овочеві напівфабрикати виготовляють в такому асортименті: перші страви –борщі, щі, розсольники, супи; другі страви – перець різаний або фарширований, голубці, асорті овочеві, котлети капустиані,

морквяні та ін.; гарніри – капуста тушкована свіжа і квашена; салати – з буряків, з червоноголової капусти та ін.; закуски, овочеві напівфабрикати – з бланшованої моркви, буряків, зелені петрушки, селери, кропу, цибулі, білого коріння пасерованого; супові і борщові заправки.

Швидкозаморожені десертні напівфабрикати для громадського харчування виготовляють з яблук, гарбузів, суниці з додаванням цукру або цукрового сиропу, або пюре з цих фруктів. Напівфабрикати містять залежно від виду від 12 до 30 % сухих речовин, в тому числі від 9 до 28 % цукру.

Фасують швидкозаморожені фруктові та овочеві продукти для реалізації в роздрібній торговельній мережі у коробки з картону, пакети з поліетилену, фольги, полістеролу, сарану, поліаміду масою нетто до 1 кг, які укладають у ящики з картону масою нетто до 15 кг.

Обідні, закусочні страви фасують блоками по 5, 10, 20 порцій; салати, гарніри, напівфабрикати – блоками по 0,5; 1; 3,5 кг в пакети з целофану, поліетилену. Блоки укладають в коробки.

Транспортують швидкозаморожені фруктові та овочеві продукти холодильним транспортом при температурі мінус 15...18° С. Зберігають їх на складах гуртових підприємств при температурі –15...18° або мінус 9...12° С. Обідні, закусочні страви, гарніри, десертні напівфабрикати дозволяється короткотерміново зберігати при температурі від 0 до +4° С.

Строки зберігання швидкозаморожених овочів при температурі –15...18° С – 8–12 міс., фруктів – 6–12 міс., ягід – 6–9 міс., обідніх закусочних страв, гарнірів, овочевих і десертних напівфабрикатів – 12 місяців.

В роздрібній торговельній мережі строк зберігання швидкозаморожених овочів, фруктів при температурі –12° С – сім діб, при температурі –9° С – дві доби; обідніх, закусочних страв, гарнірів, напівфабрикатів при температурі –12° С – 6 діб.

8.5. Сушіння плодів та ягід

Плоди, ягоди, овочі і картоплю сушать декількома способами: конвективним, контактним, сублімаційним, інфрачервоними променями, у киплячому і віброкиплячому шарі, з вибуханням, осмотичним зневодненням тощо.

Конвективний спосіб сушіння є найпоширенішим. За такого способу сушіння вода з сировини відбирається за допомогою нагрітого повітря, топкового газу або перегрітої пари. Сушильний агент передає матеріалу тепло, під дією якого з матеріалу видаляється вода у вигляді пари, яка поступає в навколишнє середовище. Розрізняють два основних види конвективного способу сушіння: сонячно-повітряне і штучне сушіння.

Сонячно-повітряне сушіння є одним із найдавніших способів консервування. Воно поширене у південних районах, особливо у регіоні Середньої Азії. Перевага сонячно-повітряного сушіння полягає в тому, що для нього не потрібно споруджувати великих капітальних приміщень і витрат на паливо. Якість сухофруктів при сонячно-повітряному сушінні через можливе забруднення дещо нижча, ніж при штучному, але наступна доробка продукції на сушильних заводах в значній мірі поліпшує якість сухофруктів.

На відміну від штучного сушіння, плоди і виноград сонячного сушіння краще зберігають натуральний аромат, не мають карамельних тонів у смаку і запаху, менше зазнають дії цукроамінних реакцій.

Для сонячно-повітряного сушіння обладнують спеціальні сушильні пункти, які розміщують поблизу або на території саду і виноградинка, далеко від проїжджих доріг. Сушильний майданчик розміщують на ділянках з низьким стоянням ґрунтових вод, із щільно утрамбованим ґрунтом, добрим сонячним освітленням. Він повинен бути рівним чи з невеликим нахилом на південь, покритим цементом або глиносаманним розчином.

На майданчику повинні бути джерело з чистою питною водою, місце для миття сировини й установа сит чи підносів, накриття для приймання і тимчасового зберігання сировини, столи для підготовки сировини для сушіння, котли для бланшування, камери для обробки сировини діоксидом сірки, склади для зберігання готової продукції.

Розмір визначають з розрахунку завантаження сировини на 1 м²: абрикоси і персики з кісточками, груші половинками, виноград – 10–12 кг, абрикоси і персики половинками – 6–8, груші і сливи цілими плодами – 14–16, яблука кружальцями – 3–5, вишні і черешні – 8–10 кг. Для обробки за сезон 25–30 т необхідна площа 1000–1200 м².

Сушіння проводять на дерев'яних чи фанерних підносах розміром 90 х 60 см з бортиком висотою 5 см. Між рейками залишають щілини розміром 0,3 см, щоб забезпечити циркуляцію повітря. Сита порівняно з підносами зручніші; циркуляція повітря краща і сушіння відбувається швидше. Сита являють собою дерев'яну раму з натягнутою сіткою із лудженого дроту.

Для встановлення сит і підносів необхідні стелажі, які роблять у вигляді дерев'яних рам, закріплених на стовпчиках. Відстань між стовпчиками завдовжки не більше 2,5 м, шириною не більше 1 м. Загальна довжина стелажів 10–15 м. Щоб підноси мали нахил на південь, південні стовпчики стелажів роблять висотою 40–50 см, північні – 60–70 см. Для підвезення сит і підносів з сировиною до стелажів прокладають рейкову дорогу і застосовують вагонетки чи електрокари.

При сонячно-повітряному сушінні широко застосовують обробку плодів і винограду діоксидом сірки. Обробляють сировину, уже підготовлену і розкладену на підноси, у спеціальних шафах чи стаціонарних камерах. Шафу роблять із фанери у вигляді ковпака так, щоб під неї поміщалось 12–14 підносів з плодами. При виготовленні великих партій продукції для обробки сировини діоксидом сірки будують спеціальні приміщення, які мають одну

чи дві камери висотою не більше 2,5 м. Кожна камера вміщує 200 підносів з сировиною. Сірку спалюють у спеціальних печах, а газ у камери подають через отвір у стіні.

Найбільш економічно виправдане застосування потоково-механізованих сушильних пунктів. На таких пунктах використовують вентиляторні мийні машини, стрічкові транспортери й елеватори для переміщення сировини, інспекційні транспортери, машини для сортування і різання плодів, безперервнодіючі бланшувальники і сульфітатори, майданчики з стелажми для сонячно-повітряного сушіння і парові стрічкові сушарки для досушування сухофруктів після сушіння на сонці і миття для видалення пилу. Доставка сировини й готової продукції передбачена електрокарами чи автотранспортом.

У районах з жарким і сухим літом застосовують сушіння плодів і ягід з використанням прямої й акумульованої сонячної енергії. Найпростіший акумулятор сонячної енергії являє собою ящик-парник, у якому ґрунт замінено речовиною, що акумулює тепло, і закритий зверху поліетиленовою плівкою. Застосування сонячних акумуляторів дає можливість проводити сушіння цілодобово і скоротити його тривалість до 28–48 год. На відміну від штучного, плоди і ягоди під час сонячно-повітряного сушіння краще зберігають натуральний аромат, не мають карамельних тонів у смаку і запаху, менше зазнають дії цукрових реакцій.

Штучне сушіння картоплі, плодів і овочів застосовується у виробництві ширше, ніж сонячно-повітряне. Це пояснюється можливістю застосування великою механізацією виробничих процесів і кращими санітарними умовами; меншою тривалістю сушіння; меншими втратами різних хімічних речовин під час сушіння. Контактний спосіб сушіння ґрунтується на передачі тепла матеріалу від стикання з гарячою поверхнею. Повітря при цьому способі сушіння служить тільки для видалення водяних парів з сушарки, вбираючи їх.

Сублімаційне сушіння – це сушіння продукту у швидкозамороженому стані під вакуумом, при якому вода у продуктах з твердого стану переходить у газоподібний, минаючи стан рідини. Процес основного зневоднення відбувається за такої температури, коли вся колоїдна система продукції замерзає, а її молекулярна структура залишається без змін. Сублімаційне сушіння стає інтенсивним лише в умовах глибокого вакууму за значного підведення тепла. Під час сублімаційного сушіння відсутній контакт матеріалу з киснем повітря. Основна кількість води (75–90 %) видаляється під час сублімації льоду при температурі продукту нижче від 0°C, і лише решта води видаляється за температури 40...60°C.

Основна перевага цього методу полягає в тому, що харчові продукти, висушені таким способом, зберігають свій зовнішній вигляд, об'єм, колір, запах і смак. Продукти після сублімаційного сушіння мають пористу структуру, завдяки чому швидко відновлюють попередні властивості від занурювання їх у воду. У відновленому стані вони мало чим відрізняються від свіжих плодів, овочів. З точки зору збереження якості продукту сублімаційне сушіння є найдосконалішим з усіх методів.

Зневоднення продуктів можна прискорити, якщо висушувати їх за допомогою *інфрачервоних променів*, які від дотику до предметів створюють багато тепла. Вода, вбираючи інфрачервоні промені, швидко нагрівається і перетворюється в пару. Здатність інфрачервоних променів проникати на деяку глибину в речовину забезпечує висушування її за короткий період. Енергія інфрачервоного випромінювання перетворюється на тепло тільки в тому випадку, якщо вона вбирається продуктом. Для різної сировини ступінь вбирання і глибоке проникнення інфрачервоних променів неоднакові. Для сушіння плодів і овочів рекомендується короткохвильове інфрачервоне випромінювання довжиною хвиль від 1,6 до 3,5 мкм.

За біологічними і технологічними показниками плоди і овочі, висушені інфрачервоним промінням, майже не відрізняються від продукції, одержаної способом конвективного сушіння. За зовнішнім виглядом продукція, висушена інфрачервоними променями, краща.

Сушіння у киплячому і віброкиплячому шарі (флюїдизаційне сушіння) є удосконаленим способом зневоднення продукції. Суть його полягає в тому, що під час продування шару подрібненої продукції потоком повітря, яке піднімається з певною швидкістю (так званою критичною), шар сировини переходить у напівзважений стан. За такого стану шар продукту розсипається та інтенсивно перемішується, завдяки чому всі частини шматочків сировини обдуваються нагрітим повітрям. Унаслідок інтенсивного перемішування і контакту окремих частин з повітрям вирівнюється температура в усьому об'ємі шару плодів та овочів.

Суть сушіння плодів з вибуханням полягає в тому, що підготовлені так само, як для звичайного сушіння, шматочки плодів спочатку підсушують нагрітим повітрям до вологості продукції 43–53 % (залежно від виду), а потім завантажують її у закритий апарат – "пушку", що весь час крутиться, нагріваючи продукцію до температури, що забезпечує створення в середині її перегрітої пари. Якщо тиск в – "пушці" досягає потрібної величини, його швидко знижують, відкриваючи кришку апарата. Унаслідок різкого перепаду тиску шматочки продукту набувають пористої структури ("вибухають" зсередини). Такі шматочки досушують до вмісту води 6–8 % у стрічкових сушарках.

Осмотичне зневоднення продукції полягає в тому, що із шматочків свіжих плодів вода переходить крізь стінки клітин у навколишній концентрований цукровий сироп або сухий цукор (явище осмосу). Цей спосіб використовується для сушіння яблук, груш, слив, абрикос. Після закінчення процесу дифузії плоди відділяють від сиропу і досушують до вологості 10 % у камерній сушарці, температура в якій досягає 70°C. Висушені таким способом

плоди характеризуються високими якостями. Вони мають яскраво виражений аромат та світле забарвлення.

Технологічна схема будь-якого способу сушіння плодів, овочів та картоплі включає такі послідовні операції: інспектування; миття; сортування; калібрування; специфічну підготовку окремих видів плодів і овочів; сушіння; витримування для вирівнювання вологості; сортування; пропускання крізь магніти; упаковування; зберігання; реалізацію.

Сировина і підготовка її до сушіння. Серед плодових найбільше сухофруктів виробляють із зерняткових і кісточкових культур, винограду. Ягоди сушать менше, переважно малину, чорницю, ожину. Для сушіння придатні плоди і ягоди як культурних видів, так і дикорослих. Якість готової продукції із культурних плодів краща, ніж із дикорослих. Чим вищий вміст сухих речовин, тим більший вихід готової продукції. Серед овочевих культур сушать моркву, буряк, капусту білоголову, цибулю ріпчасту, петрушку, пастернак, селеру, зелений горошок, квасолю, кріп, томати, цвітну капусту тощо. У великій кількості також сушать картоплю. Сировина, яка використовується для сушіння, повинна бути свіжою, нормально стиглою, без механічних пошкоджень, з характерним для сорту забарвленням. Ураження хворобами і пошкодження шкідниками не допускаються. Підморожені, в'ялі, значною мірою механічно пошкоджені об'єкти сушіння вибраковують. Перестиглі плоди й овочі також небажані, тому що вони зменшують вихід готової продукції високої якості. Недостиглі плоди, ягоди і овочі містять багато кислот, що також погіршує якість сухої продукції.

Перед сушінням сировину сортують, калібрують, миють, у деяких плодів і овочів обчищають шкірочку, луску, неїстівні частини. Картоплю і коренеплоди обчищають на механічних очисних машинах з наступним доочищенням вручну, застосовують також їх бланшування парою, а розм'якшену шкірочку видаляють у мийних машинах. Сухі луски цибулі видаляють обпалюванням в

печах за високої температури, потім промивають. У яблук і груш видаляють серцевину, а інколи й шкірочку; у абрикосів і персиків – кісточку. Яблука розрізають на кружальця; груші – на часточки, картоплю – на пластинки або кубики; коренеплоди, капусту подрібнюють на спеціальних машинах – коренерізках, подрібнювачах, шинкувальних машинах. Чим більший ступінь подрібнення, тим швидше проходить процес сушіння, продукцію легше брикетувати і надалі вона краще розварюється.

Якість сушених плодів і ягід (абрикосів, персиків, яблук, груш, винограду) значно поліпшується, якщо перед сушінням сировину сульфітують. Під час сульфітації діоксидом сірки чи витримування у слабкому розчині сірчистої кислоти руйнуються окисні ферменти і продукція не темніє. Обробку сировини сірчистою кислотою застосовують переважно для штучного сушіння, діоксидом сірки – для сонячно-повітряного.

Важливе значення має бланшування сировини. Внаслідок інактивації ферментів забарвлення плодів і овочів під час сушіння змінюється мало, практично не спостерігається потемнення продукції, втрати вітамінів незначні. На поверхні сировини з'являються дрібні тріщини, а м'якоть дещо розм'якшується. Все це прискорює сушіння. В окремих випадках для одержання особливо якісної продукції сировину бланшують і сульфітують одночасно. Крім цих загальних технологічних операцій, сировину спеціально підготовляють для сушіння з урахуванням її особливостей, способу сушіння і виду продукту, що виробляється.

Сушіння окремих видів плодів і ягід. При сонячно-повітряному сушінні вимоги до сировини такі самі, як і при штучному. Спільними є й технологічні операції з підготовки плодів і ягід. Назва готового продукту за обох способів однакова. Сушіння окремих видів продукції розглянемо на прикладі основних поширених плодів та овочів за допомогою конвективного способу.

Яблука. Кращими сортами яблук для сушіння є ті, що мають високий вміст сухих речовин і кисло-солодкий смак, з білою або світло-жовтою щільною м'якоттю та з тонкою шкірочкою, цілком стиглі. Як сировину для сухофруктів використовують переважно плоди літніх та осінніх сортів, плоди зимових сортів придатні для сушіння, але після деякого зберігання. Після інспектування і миття плоди надходять на очищення, видалення насінної камери і подрібнення. Нарізану сировину витримують у 0,15–0,20 % розчині сірчистої кислоти 1–2 хв або обробляють розчином діоксиду сірки протягом 30 хв. Підготовлені яблука завантажують у сушарки – 7,5 кг на 1 м² стрічки. Сушать спочатку при температурі 80–85°C, досушують при температурі не вище 60°C, загальний період сушіння до – 10–14 год. Сушені яблука повинні мати білий колір з кремовим відтінком і хороший аромат, вологість 18–20 %, залишковий вміст сірчистої кислоти у сухофруктах не повинен перевищувати 0,01 %.

Груші. Для сушіння придатні плоди з щільною цукристою м'якоттю, великим вмістом сухих речовин, приємним смаком, ароматом, з невеликою кількістю кам'янистих тканин (грануляцій) і малою насінною камерою. Технологічний процес підготовки сировини до сушіння такий самий, як і для яблук. Перед сушінням груші занурюють на 1–2 хв в киплячу воду (бланшують), а потім обкурюють сірчистим газом протягом 30 хв. Від цього якість сушні значно поліпшується. Нормально висушені груші мають однорідну за забарвленням поверхню, м'які, еластичні, але не роздавлюються від сильного натиску пальцями. Вологість висушених груш має становити 20–24 %.

Сливи. Найчастіше сушені сливи (чорнослив) отримують за допомогою штучного сушіння плодів разом з кісточкою. Сушіння слив без кісточки має великі переваги: часу на їх сушіння витрачається втричі менше, а смакові якості і термін зберігання вищі. Але через складність видалення кісточки цей вид сушіння застосовують рідко.

Продукт високої якості можна одержати з плодів із збільшеним вмістом сухих речовин, цукрів (не менше 10 %) і помірною кислотністю (не більше 1,2 %). Важливим показником якості є середня маса плоду, а також вміст м'якуша. Кращими для сушіння є великі сливи з соковитим м'ясистим м'якушем і дрібними кісточками.

Плоди слив, які надійшли для сушіння, сортують, видаляють недостиглі, недорозвинуті, м'які, з тріщинами і пошкоджені шкідниками й уражені хворобами, потім калібрують на крупні та дрібні, які надалі обробляють окремо. Плоди миють, бланшують у киплячій воді 20–30с або у киплячому 0,1 % розчині лугу (NaOH) 15–20с до появи на шкірочці плодів дрібненької сітки тріщин. Після цього їх відразу промивають у холодній чистій воді. На початку сушіння температуру в сушарці підтримують на рівні 55...65°C, а коли плоди почнуть зморщуватись, її збільшують до 70°C, закінчують сушіння слив при температурі 80...90°C. Сушіння слив триває від 15 до 36 год залежно від розмірів плодів.

Абрикоси. Для сушіння придатні м'ясисті плоди з щільним, яскравооранжевим м'якушем. Абрикоси знімають у споживчій стиглості, але вони мають бути достатньо твердими. Розрізняють такі види сушених абрикосів залежно від підготовки сировини: *урюк* – цілі плоди з кісточкою, *кайса* – цілі плоди без кісточок і *курага* – половинки плодів без кісточок. У плодах абрикосів, крім цукрів, кислот і пектину, міститься цінна речовина – каротин. У процесі сонячно-повітряного або іншого способу сушіння за температури, нижчої від 100°C, в абрикосах, попередньо не оброблених сірчистим ангідридом, каротин майже весь руйнується.

Для збереження смаку і натурального кольору попередньо відсортовані плоди бланшують гарячою парою або водою (температура 95...98°C) протягом 2–4 хв, потім сульфітують розчинами сірчистої кислоти або біосульфиту натрію (0,5 %) протягом 5–6 хв. Підготовлені плоди сушать на сонці або в сушарках. Якщо абрикоси сушать у сушарках, то спочатку (2–

3 год) підтримують температуру до 60...65°C, потім збільшують температуру до 80...85°C, а під кінець сушіння зменшують до 50...55°C. Нормально висушені плоди мають бути прозорими, з натуральними, властивими для сушених абрикосів смаком та ароматом, без сторонніх присмаків і запахів, від світло-оранжевого до червонувато-бурого кольору. Вміст води допускається не більше 16 %, а сірчистого ангідриду – не більше 0,01 %.

Картопля. Краще сушити крупні і середні бульби з тонкою шкіркою і неглибокими вічками, з вмістом сухих речовин до 21 %. Бульби миють, калібрують, очищають від шкірочки за допомогою спеціальних машин, доочищують вічка вручну, очищені бульби ріжуть на стовпчики з поперечним перерізом 3–4 мм, кубики з гранями 7–8 мм або на кружечки. Начищену картоплю бланшують в паровому апараті за температури 98...100°C, змивають сліди крохмалю холодною водою. Охолоджену до температури 40...45°C картоплю настиляють на сита (15–18 кг на 1 м²) і сушать при температурі 50–60°C до кінцевої вологості 12 %.

Буряк. Кращу продукцію дають сорти темно-червоного кольору, без білих кілець та грубих судинно-волокнистих утворень, плоско-круглої або круглої форми, масою плодів від 150 до 250 г, які містять не менше 15 % сухих речовин, в тому числі цукрів не менше 9 %. Буряки сортують, калібрують, миють, бланшують у киплячій воді протягом 25–45 хв, охолоджують до 30...40°C, очищають вручну або в киплячому розчині луґу, подрібнюють на коренерізці і після цього сушать до вологості не більше 14 %.

Цибуля. Для сушіння треба брати напівгострі та гострі сорти. Цибулини повинні бути цілком достиглі та здорові, цілі й сухі. Сортують за якістю, видаляючи хворі, пошкоджені шкідниками і недостиглі цибулини. Після цього з них знімають суху луску, обрізують шийку і денце, обполіскують водою та ріжуть на кружечки товщиною 2–4 мм на шаткувальній машині або цибулерізці. Бланшування не проводять для запобігання втрат ароматичних речовин. Нарізані кружечки розбирають на кільця й

укладають на сушильні сита або стрічки транспортера завтовшки 3–4 см, сушать при температурі 60...65°C до вологості 14 %.

Брикетування, пакування і зберігання сушеної продукції.
Сушені плоди й овочі містять до 40–50 % цукру від сухої маси, тому вони гігроскопічні. У зв'язку з цим основним фактором, що впливає на збереження сушні, є вологість повітря. За високої вологості у сховищах сухофрукти вбирають вологу з повітря, що призводить до зниження концентрації сухих речовин у продукті і до його псування. Підвищена температура прискорює усі хімічні процеси, які відбуваються в сушні під час зберігання. Вільний доступ повітря сильно прискорює неферментативні зміни у продукції. На якість продукції негативно впливає освітлення, особливо пряме попадання сонячного світла. Якість продукції може дуже погіршитися в результаті пошкодження її мікроорганізмами, особливо шкідниками.

Брикетування сушених плодів значною мірою запобігає появі цих негативних явищ. Брикетують окремо сушені плоди кожної породи, сорту і суміші для компотів з різних плодів і ягід масою брикетів від 100 до 500 г. Брикети щільно обгортають целофаном, краї заклеюють гарячим розчином желатину або казеїну. Брикети пакують у дерев'яні або картонні ящики.

Щоб захистити сушену продукцію від впливу зовнішнього середовища (зволоження, пошкодження комахами, гризунами), а також для зручності транспортування їх пакують. Найкращою тарою для пакування продукції є герметичні жерстяні банки, можна також застосовувати різні види гнучкої тари: картон з термопластичним покриттям та багатошарові ламіновані пакувальні плівки. Основні матеріали, які використовують для виготовлення м'якої тари, – папір, картон, целофан і поліетилен. Сушені продукти укладають у тару щільно, без вільного простору. Затарену продукцію негайно закупорюють.

Зберігають сушену продукцію у спеціальних сховищах з хорошою вентиляцією. Перед завантаженням продукції стінки і

стелю сховища білять вапном, а потім обкурюють сірчистим газом, спалюючи 25 г сірки на 1 м³ приміщення, і добре провітрюють. Зберігають сушені овочі при температурі не вище 20°C і відносній вологості повітря 75 %, сушені плоди і ягоди – відповідно не більше 10°C і 60–65 % вологості.

8.6. Використання відходів переробки плодів і ягід

Основні відомості. При переробці плодів і ягід одержують різні відходи: зіпсовану чи некондиційну за формою і розміром сировину, вичавки, кісточки, шкірочку, насінні камери та ін. Відходи становлять значну частину сировини. Наприклад, при одержанні соків під час сортування і пресування вони становлять 16–52 %. Ці відходи можна зменшити. Велике значення має правильний добір сортів плодів для різних видів переробки. Наприклад, плоди абрикосів, вишень, персиків, слив та інших кісточкових культур з маленькою кісточкою дають більший вихід соку чи пюре порівняно з плодами з великою кісточкою. При виготовленні компотів з цілих плодів цей показник не має значення.

Важливе значення у зменшенні відходів відіграє агротехніка. При неправильному обрізуванні дерев, порушенні строків обприскування садів від шкідників і хвороб якість урожаю знижується, що збільшує відходи. Недостиглі і перестиглі плоди дають менший вихід соку, ніж нормально достиглі і т. д.

Відходи можна зменшити удосконаленням технології переробки. Так, застосування електроплазмолізаторів чи ферментних препаратів, під час одержання соків збільшує вихід соку на 5–10 %. Широко застосовують комплексну переробку плодів і ягід, за якої істотно зменшуються відходи. Наприклад,

яблука використовують для виробництва соку і пюре. Спочатку з м'язги на пак-пресах, шнекових пресах видавлюють 35–45 % соку, з вичавок одержують до 40 % пюре. Одержане пюре за якістю не поступається виготовленому зі свіжих яблук. За такої комплексної переробки залишаються вичавки у кількості близько 10 %, а під час одержання тільки соку відходи також у вигляді вичавок становлять понад 35 %.

Відходи, що все ж утворюються, можуть бути використані для одержання насінин і кісточок, сухого пектину чи пектинового концентрату, харчових барвників, органічних добрив, на корм худобі та інші цілі. Раціональне використання відходів консервного виробництва підвищує економічну ефективність переробки плодів і ягід.

Специфіка утилізації відходів полягає в тому, що очищення, різання, подрібнення, термічна та інші обробки сировини зменшують чи повністю знищують стійкість плодів та ягід до дії мікроорганізмів. Відходи дуже швидко загнивають, пліснявіють або починають бродити. Тільки швидке їх використання дає можливість одержати додаткову продукцію високої якості.

Утилізація відходів плодів зерняткових культур. При виробництві соків у великих кількостях одержують вичавки. У свіжому або висушеному вигляді їх використовують на корм худобі. Вичавки, які забродили, згодовувати худобі не можна, їх компостують з гноєм і використовують як добрива. При компостуванні вичавок для нейтралізації кислот додають дефека́т (вапно). Вичавки можна використовувати і більш раціонально, виділяючи з них насіння чи одержуючи пектин.

Одержання насіння. Насіння плодів зерняткових культур має велику цінність для плодових розсадників, де вирощують підщепи. Воно повинне мати високу схожість, тому необхідний більш

ретельний контроль за роботою дробарки і преса. У дробарці КДП-4М відстань між барабаном і колодками регулюють з урахуванням величини насінин так, щоб вони не подрібнювались.

Сік видаляють на пак-пресі так, щоб не спричинити деформації насінин (тиск дещо менший, ніж звичайно). Вихід насінин невеликий (з яблук близько 0,2 %), тому одержання насіння є основним завданням і вихід соку тут може бути навіть дещо меншим, ніж при одержанні одного соку. Насіння з вичавок вимивають водою, тому у вичавках поживних речовин залишається незначна кількість і їх можна використати тільки на компости для приготування органічних добрив.

Одержане насіння розсипають тонким шаром (3–5 см) на решета з металевої сітки чи мішковини і сушать у хорошу погоду на повітрі, у погану – у спеціальних приміщеннях з додаванням у них теплого повітря чи у сушарках. Температура сушіння насіння повинна бути не вищою 35 °С.

Висушене насіння очищають від домішок на очисних машинах «Супер-Петкус». Після очищення і калібрування їх засипають у мішки і відправляють на зберігання. Вологість насіння, яке передбачається для тривалого зберігання, не повинно перевищувати 10–11 %.

Одержання сухого пектину. Сировиною для одержання пектину є вичавки яблук, які одержують при виготовленні соку. Вичавки з яблук зразу ж після видалення соку подрібнюють на молотковій дробарці до розміру частинок не більше 5 мм і сушать у сушарках при температурі нагрівання сировини не вище 90–100 °С (при вищій температурі пектин руйнується). Часто їх сушать на барабанних сушарках спочатку при температурі сушильного агента 300...350 °С, а наприкінці сушіння 85...95 °С. Після сушіння вичавки охолоджують, просіюють через сито з

отворами Ø 10 мм, інспектують і фасують у джутові, крафтові (паперові) мішки місткістю до 30 кг.

Сухі яблучні вичавки дуже гігроскопічні, тому зберігають їх при відносній вологості повітря не вище 75 %. Мішки укладають на піддони, які встановлюють у сховищах висотою до 4 м.

Відповідно до вимог ОСТ 18-71–72, масова частка вологи повинна бути не більше 8, а пектинових речовин – не менше 7 %. Колір – від кремового до коричневого. Запах – властивий сушеним яблукам. Особлива увага приділяється драглеутворювальній здатності пектину, яка повинна бути високою (не менше 15 кг / °С).

Пектин із сушених вичавок найчастіше одержують на спеціальних заводах. Спочатку визначають кількість і якість пектину у різних партіях вичавок, потім їх змішують для одержання однорідної партії. Вичавки містять до 20–25 % цукрів, кислот та інших розчинних речовин, які заважають одержанню чистого пектину. Тому їх промивають один-два рази теплою водою (температура суміші води і вичавок 25...30 °С), потім гідролізують діоксидом сірки протопектин і екстрагують пектин гарячою водою за температури 80...98 °С (рис. 53).

Екстракт від вичавок відділяють спочатку самопливом, потім пресуванням на пак-пресах. Різні домішки, які містяться у екстракті, видаляють фільтруванням із застосуванням кізельгуру. Після фільтрування екстракт концентрують у двокорпусних вакуум-випарних установках безперервної дії.

Із концентрату пектин осаджують 90–95 % етиловим спиртом, на пак-пресах відокремлюють від рідини сирий пектин (коагулянт), який сушать у барабанній вакуум-сушарці. Відпрацьований спирт переганяють і застосовують повторно. З 2 т сушених яблучних вичавок одержують 100 кг сухого пектину, на виділення якого необхідно 75 л спирту (втрати, що не вловлюються).

подрібнюють у дробарці чи дезінтеграторі до розміру часточок не більше 1,5 мм і розділяють просіюванням на дві фракції: перша величиною помелу не більше 0,4 мм, друга – відходи, які складаються з плодоніжок, насіння і насінного гнізда розміром понад 0,4 мм.

Яблучний порошок фасують у полімерні мішки місткістю до 20 кг і герметизують термозварюванням. Мішки укладають у фанерні чи картонні барабани або паперові мішки (транспортна тара) і зберігають на складах при температурі від 0 до 25 °С і відотною вологості повітря не більше 70 %.

Відповідно до вимог ТУ 111–4–7–82, масова частка вологи порошку не повинна перевищувати 8, цукру – не менше 25 %, смак і запах властиві сировині без ознак прогірклості й підгоряння. Колір – від світло-кремового до світло-коричневого.

Напої ягідні виготовляють екстрагуванням водою вичавок журавлини, смородини чорної, чорноплідної горобини з додаванням цукру. Свіжі вичавки (термін зберігання не більше 1 год) заливають водою у співвідношенні 100 кг вичавок і 180 л води, витримують 6–12 год для екстрагування розчинних речовин. Частину рідини, яка легко відділяється, зливають, а решту маси пресують на пак-пресах 2П-41 або РОК-200с. Одержаний екстракт фільтрують, змішують з цукровим піском і лимонною кислотою відповідно до рецептури, деаерують і закупорюють лаковими кришками, пастеризують при 85 °С і під тиском 120 кПа.

За подібної технологією готують фруктові напої з вичавок яблук та айви. Масова частка сухих речовин (за рефрактометром) у напоях повинна бути не менше 10 %.

Утилізація кісточок. При виготовленні варення, компотів, джему часто із плодів абрикосів, вишень, слив, персиків, черешень видаляють кісточки. Сушать ці фрукти також нерідко з видаленням кісточок із плодів. З кісточок видаляють ядро й використовують його у кондитерській промисловості або одержують з нього цінну

харчову олію, а макуха, що утворюється при цьому, використовується для кормових цілей.

Вміст кісточок у плодах залежить від культури: у вишень – 10–14 %, персиків – 6–12, абрикосів – 5–12, слив – 4–7, черешень – 5–16 % від маси плодів. Вихід олії в абрикосів близько – 13 %, вишень, черешень і слив – 6–7, персиків – близько 3 % від маси кісточок. Із шкаралуп одержують хороший адсорбційний матеріал – активоване вугілля або дрібняк для шліфувальних робіт.

Кісточки, виділені після подрібнення плодів і видавлювання соку з м'язги або одержані на кісточковибивних машинах, мають на поверхні залишки м'якоті, яка швидко псується. Тому кісточки відмивають на барабанних чи інших мийних машинах, потім зразу сушать у сушарках до вологості 13 %, тому що зберігання понад 7–8 год призводить до їх пліснявіння, потемніння оболонок ядра. Висушені кісточки затарюють у мішки до 30 кг і відправляють на спеціальні заводи, де видаляють з них ядро і застосовують на харчові цілі або для одержання харчового масла. Із шкаралупок готують активоване вугілля. Великі партії кісточок дозволяється перевозити у вагонах насипом.

Для садівництва особливе значення має одержання кісточок для розсадників, де з них вирощують підщепи. У цьому випадку, як і при одержанні насіння з плодів зерняткових культур, сировину не нагрівають. Особливу увагу звертають на те, щоб кісточки не розбивались на дробарках і не деформувались на пресах. Добрі результати видобування кісточок із вишень дає польська дробарка 2Ф-63. Кісточки з м'язги відмивають у шнековій мийній машині або у протиральних машинах. Потім насіння сушать на решетах шаром не більше 3–5 см при хорошій циркуляції повітря. Температура нагрівання кісточок не більше 25 °С. Висушені кісточки зсипають у мішки і відправляють на зберігання.

Одержання харчових барвників. Сировиною для одержання природних харчових барвників є свіжі, заморожені або консервовані

ні діоксидом сірки вичавки горобини чорноплідної, смородини чорної, вишень, ожини, чорниці, винограду.

Фарбні речовини екстрагують водою. Для цього у двотілі котли чи вакуум-варильні апарати заливають воду, доводять її до кипіння, додають лимонну кислоту і завантажують вичавки. На одну їх частину беруть 1,5 частини води. Екстрагують 1 год при температурі $65...70^{\circ}\text{C}$ до нагромадження у екстракторі 5 % сухих речовин. Потім рідку фракцію заливають, а тверду пресують на пак-пресі. Одержані рідкі фракції об'єднують, фільтрують на фільтр-пресах і уварюють у вакуум-апаратах при температурі не вище 80°C до нагромадження у концентраті не менше 40 % сухих речовин. Концентрований барвник охолоджують до $50...60^{\circ}\text{C}$, фасують у склотару, закупорюють і пастеризують при 85°C . Для одержання 1 т барвника необхідно 3,1 т вичавок горобини чорноплідної або 4 т вичавок смородини чорної і 6 кг лимонної кислоти. Зберігають концентрат у темряві.

Аналогічно одержують харчові барвники і з вичавок вишень, ожини, чорниці та інших ягід.

8.7. Хімічні методи консервування

Хімічні методи консервування основані на застосуванні різних хімічних речовин, які згубно діють на мікроорганізми. В першу чергу до них належать антисептики – речовини, що пригнічують розвиток мікроорганізмів.

Антисептики. Нерідко на консервні заводи протягом декількох тижнів або навіть днів надходить така кількість сировини, яка в декілька разів перевищує виробничі потужності обладнання. В цих випадках заготовляють напівфабрикати для продовження роботи консервних підприємств в міжсезонний період.

В сучасних умовах, життя диктує необхідність застосування цілого ряду хімічних сполук (консервантів), здатних ефективно

попередити розвиток мікрофлори – головним чином бактерій, плісені, дріжджів. Хімічні речовини, які в малих концентраціях пригнічують розвиток мікроорганізмів або знищують їх, називають *антисептиками*. Вони повинні суворо відповідати вимогам санітарних норм: бути нешкідливими для організму людини або легко видалятися із продукту перед споживанням; не викликати зниження харчової цінності продукту; не надавати йому стороннього присмаку і запаху; не вступати в хімічні реакції із матеріалами, з яких виготовлене обладнання або тара. Цим вимогам відповідають далеко не всі антисептики і більшість із них, безумовно, шкідливі. Ні один із відомих консервантів не може бути універсальним для всіх продуктів харчування.

До таких, що дозволені для застосування, відносяться діоксид сірки і сірчиста кислота та її солі, бензойна кислота і її солі (бензоати), сорбінова кислота і її солі (сорбати), дегідроцетова кислота.

Найбільш поширені консерванти – ***сполуки сірки***: діоксид сірки (SO_2) і сірчиста кислота (H_2SO_3), сульфат натрію безводний (Na_2SO_3) і його гідратна форма ($\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) метабісульфіт натрію ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), кислий сульфат натрію (NaHSO_3). Всі ці сполуки добре розчинні у воді і виділяють діоксид сірки, який обумовлює їх антимікробну дію. Діоксид сірки (SO_2) і речовини, що виділяють його, пригнічують, головним чином, ріст плісневих грибів, аеробних бактерій, дріжджів. В кислому середовищі цей ефект підсилюється. В меншій мірі сполуки сірки впливають на анаеробну мікрофлору. Діоксид сірки має високу відновну здатність, що пояснюється його легким окисленням. Він відносно легко виходить з продукту при нагріванні або тривалому контакті з повітрям. Разом з цим діоксид сірки здатний руйнувати тіамін і біотин, сприяє окислювальному розкладі токоферолу. У зв'язку з цим сполуки сірки недоцільно використовувати для консервування продуктів, які є джерелом вітамінів. Потрапляючи в організм людини, сульфіти перетворюються в сульфати, які добре

виводяться з організму. Разом з тим великі концентрації сірки можуть викликати токсичне явище. Встановлений рівень допустимого добового споживання SO_2 – 0,7 мг/кг маси тіла. З однією склянкою соку в організм вводиться приблизно 1,2 мг SO_2 , 200г мармеладу, зефіру або пастили – 4мг, 200мл вина – 40–80 мг SO_2 . Щоденне споживання сульфітованих продуктів харчування може призвести до перевищення допустимої добової дози.

Сорбінова кислота ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2$) і її солі – сорбати – мають, головним чином, фунгітоксичну дію завдяки здатності інгібувати дегідрогенази. Вона не пригнічує ріст молочно-кислої флори, тому часто використовується в комплексі з іншими консервантами, в основному з SO_2 , бензойною кислотою, нітритом натрію. Антимікробні властивості сорбінової кислоти мало залежать від величини рН, що забезпечує широкий спектр її використання для консервування фруктових, овочевих, яєчних, борошняних виробів, м'ясних, рибних продуктів, маргарину, сирів і вина. Сорбінова кислота – речовина малотоксична. В організмі людини вона легко метаболізується з утворенням оцтової і α -оксимасляної кислот. Але є дані про можливість утворення β -лактону сорбінової кислоти, що має канцерогенну активність.

Бензойна кислота ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$) і її солі бензоати ($\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Na}$ та ін.). Антимікробна дія їх ґрунтується на здатності пригнічувати активність ферментів, які здійснюють окислювально-відновні реакції. Бензойна кислота здатна блокувати ферменти, що розкладають жири, крохмаль. Вона пригнічує ріст дріжджів і бактерій масляно-кислого бродіння, слабо діє на бактерії оцтово-кислого бродіння та майже не впливає на молочно-кислу мікрофлору і плісені. Як консерванти застосовують також p -оксибензойну кислоту і її ефіри (метиловий, етиловий, n -пропіловий, n - бутиловий). Але їх консервуючі властивості слабкіші, можливий негативний вплив на органолептичні показники продукту.

Бензойна кислота практично не накопичується в організмі людини. Вона входить до складу деяких плодів, ягід як природна сполука, ефіри п-оксибензойної кислоти – в складі рослинних алкалоїдів і пігментів. У невеликих концентраціях майже повністю видаляються з організму. У великих концентраціях виявляє токсичні властивості. Допустима добова доза для людини становить – 5 мг / кг маси тіла.

Дегідроцетова кислота (ДГК) – білий кристалічний порошок, з вмістом речовини – 99 %. Під час нагрівання у воді розчиняється аналогічно сорбіновій. За антисептичними властивостями ДГК значно ефективніша сорбінової. У концентрації 0,0003 % пригнічує життєдіяльність плісневих грибів і дріжджів, але не затримує ріст молочно-кислих і спорових анаеробних бактерій. Кумулятивні властивості ДГК не встановлені, подразнювальної дії на слизову оболонку очей вона не виявляє.

Сульфітація це спосіб консервування плодів, плодово-ягідних напівфабрикатів за допомогою діоксиду сірки або його водного розчину сірчистої кислоти, а також солей кислоти. Засовується для консервування плодово-ягідних продуктів, які мають відносно високу кислотність і містять, головним чином, цукристі речовини. Тому хімічні консерванти використовують при заготівлях фруктових напівфабрикатів – цілих плодів і ягід, пюре, соків, призначених для виробництва з них продуктів, наприклад, джемів, повидла і т. ін.

Антисептична дія діоксиду сірки і кислоти в концентрації 0,1–0,2% ґрунтується на пригніченні розвитку мікроорганізмів – гнильних бактерій, плісневих грибів, дріжджів у меншій мірі. Консервуючий ефект сульфітації залежить від кислотності - рН середовища, концентрації цукру і температури. В кислому середовищі ступінь дисоціації сірчистої кислоти менший, а якраз недисоційована форма має антисептичну дію. Із збільшенням концентрації цукру в розчині збільшується його здатність до зв'язування з SO₂, Чим нижче рН середовища і температура, тим

сильніше виявляється консервуюча дія. Тому сульфітують тільки кислу і високоцукристу сировину.

Діоксид сірки поступає на консервні заводи в скрапленому стані в сталевих балонах під тиском залежно від температури. Щоб запобігти різкому підвищенню тиску, балон з SO_2 зберігають за температури не вищої 25°C .

За атмосферного тиску і температури не вище 0°C SO_2 , – це безбарвний газ з різким характерним запахом. Він важчий за повітря у 2,2 рази, розчиняється у холодній воді, причому, чим нижча температура, тим краще його розчинність. Максимальна концентрація SO_2 у воді 10 %, Перевага SO_2 у тому, що у нього висока відновлювальна здатність, завдяки чому він запобігає таким окислювальним змінам фруктових напівфабрикатів, як руйнування аскорбінової кислоти, ферментативне потемніння бензольних сполук. Через токсичність SO_2 сульфітовані продукти використовують тільки для переробки після теплової обробки (десульфитації) з метою видалення SO_2 . Можливість видалення SO_2 при нагріванні зумовлено його сильною леткістю і значним зниженням розчинності при підвищеній температурі. Однак із сульфітованих напівфабрикатів, повного видалення SO_2 досягти неможливо, частина його залишається у продукції. Вміст залишкової кількості SO_2 у продуктах суворо нормується і не повинен перевищувати 0,01 % маси загальної кількості продукту або 0,02% вільного.

Для консервування напівфабрикатів використовують газоподібний SO_2 або його водний (робочий) розчин. Для одержання робочого розчину рідкий SO_2 випускають із балонів у воду (холодну). Робочі розчини готують у герметично закритих бочках або чанах. У верхній частині бочки крізь отвір у воду опускають шланг, безпосередньо з'єднаний з балоном. Діоксид сірки SO_2 , який подається у воду, дозують за масою (балон кладуть на ваги в горизонтальному положенні) чи об'ємом. В останньому випадку шланг з'єднують з балоном через сульфітометр. Об'єм води в бочці

повинен бути вимірним. Шланг по якому подають SO_2 , не повинен підійматись від дна більше як на 5–10 см і закінчується барботером для кращого розчинення газу у воді. Швидкість подавання SO_2 регулюють так, щоб пухирці газу не доходили до поверхні води, а повністю розчинялись. Для сульфитації застосовують робочі розчини концентрацією 1–5 %.

Сульфіти і бісульфіти – солі сірчистої кислоти застосовують для консервування напівфабрикатів з рН 3,5 і нижче. Реагуючи з органічними кислотами плодів, солі виділяють SO_2 який і є антисептиком. Для заміни 1г SO_2 необхідно додати 1,6 г бісульфіту натрію або 1,8 г бісульфіту калію.

Рідкий SO_2 при температурі до 70 °C слабо реагує з металами, але водні розчини (H_2SO_3) зумовлюють сильну корозію сталі з утворенням сірчистого заліза і переходом іонів заліза у розчин. Щоб цьому запобігти застосовують нержавіючу сталь, емальовані покриття дерево тощо.

Сульфітують цілі плоди, пюре і соки. Цілі плоди можна консервувати газоподібним SO_2 (сухий спосіб) чи розчинами (мокрый спосіб). Плоди зерняткових і цитрусових культур добре зберігають форму і консистенцію, їх сульфітують газоподібним SO_2 . Плоди кісточкових і ягоди при консервуванні газом розтріскуються, втрачають сік, консистенція їх дуже розм'якшується. Їх сульфітують розчином SO_2 . Для сульфитації пюре і соків застосовують газоподібний SO_2 .

Сульфитація розчинами сірчистої кислоти. Плоди кісточкових культур беруть цілими або половинками, з видаленою кісточкою, ягоди цілими. Плоди інспектують, миють, обчищають від плодоніжок, зважують, вміщують у дерев'яні бочки або резервуари місткістю до 10 т. Бочки заповнюють на 90 % їх місткості, закривають кришкою із шпунтовим отвором. Через нього пропускають шланг, по якому подають рідкий SO_2 або його розчин.

Для абрикосів, персиків, черешні додають 1 % розчин (15 % від маси плодів); для аличі, вишні, кизилу, слив – 1,5 % (10 % від маси

плодів); для агрусу, чорної смородини – 5 % (10 % від маси плодів); для айви, груші, яблук нарізаних – 2 % розчин (15 % від маси плодів). Суниці заливають розчином бісульфіту кальцію, щоб ягоди були цілими і щільними – 2 % розчин SO_2 з додаванням гашеного вапна – 6 г / м^3 .

При сульфитації у резервуарах плоди завантажують у кілька прийомів і подають рідкий SO_2 з балона із розрахунку 2 кг / т. Після заповнення резервуар герметизують.

Суша сульфитація зерняткових плодів (обкурювання) – полягає у застосуванні SO_2 , який дістають спалюванням сірки, або беруть рідкий із балонів. Обкурювання проводять у газонепроникних камерах або в наметах із брезенту. Камери споряджені витяжною вентиляцією, у стін встановлюють оглядове вікно. Плоди після інспекції завантажують у камеру на піддони штабелями висотою не більше 1,5 м у шаховому порядку. Тривалість обкурювання для яблук 16–20 год для груш 10–15 год.

Спалювання сірки черешкової або грудкової (2 кг / т) проводять у жаровнях на деревному вугіллі. При обкурюванні рідким SO_2 балони встановлюють поза камерою, а консервант подають по трубах з розрахунку 400 г на 1м^3 .

Процес закінчують, коли плоди знебарвлюються, стають м'якими. Вміст SO_2 в плодах повинен бути 0,060–0,012 %. Обкурені плоди зберігають до 4 міс у приміщеннях за температури 0...10 °С, вологості повітря 85°C.

Сульфитація пюре. Гарячу плодову масу після протиральної машини охолоджують до 40...50⁰С і подають у сульфитатор – змішувач, що являє собою двостінний циліндр, між стінками якого циркулює холодна вода. Усередині вал з лопатями, які перемішують його з SO_2 , який подають із балона по гумовому шлангу. Тривалість вимішування 3–5 хв. Сульфітоване пюре з вмістом 0,8 % SO_2 фасують у бочки або перекачують у резервуари. Після заповнення ємкості герметично закупорюють.

Сульфітація соків здійснюється відразу після першого грубого фільтрування. Сік сульфітують так само, як і пюре. Сік із вмістом 0,12–0,15 % SO_2 витримують у резервуарах-відстійниках протягом 15–20 діб для самоосвітлення й ущільнення осаду, декантують, розливають у підготовлені бочки або резервуари.

Консервування бензойною кислотою та її солями. Консервуюча дія бензойної кислоти залежить від кислотності та величини рН продукту, який консервують. При кислотності більш як 0,4 % і рН 2,5–3,5 бензойна кислота та її натрієва сіль пригнічує ріст дріжджів у концентрації 0,15 %, плісневих грибів – 0,08 %, бактерій – 0,20 %.

Через погану розчинність бензойної кислоти, використовують її натрієву сіль, розчинність якої у воді значно вища. Консервування бензоатом натрію здійснюють відразу після одержання пюре або соку. Вміст його в пюре повинен бути не більше 0,10 %, в соках 0,1–0,12 % залежно від виду. Бензоат натрію не леткий, нагріванням він не може бути видалений. Соки витримують у відстійниках, як і сульфітовані, потім декантують, фільтрують і розливають у тару. Бензоат натрію має специфічний смак, який відчувається у концентраціях 0,08–0,10 %, а тому в продуктах вміст його повинен бути не більшим як 0,07 %.

Консервування сорбіновою кислотою та її солями. За зовнішнім виглядом сорбінова кислота – кристалічний порошок, погано розчиняється у холодній воді і дещо краще у гарячій (солі сорбінової кислоти – краще). Вона не має смаку і запаху і не впливає на смак продуктів, які консервують. Сорбінова кислота і сорбати пригнічують ріст дріжджів і плісневих грибів, але на бактерії майже не діють, а тому перед додаванням консерванту продукт нагрівають до 80...85 °С. Консервованний сік і пюре фасують гарячими у банки й охолодженими у бочки та резервуари і негайно закупорюють. Концентрація сорбінової кислоти у напівфабрикатах повинна бути 0,05–0,06 %. Сорбінову кислоту використовують для консервування не тільки напівфабрикатів, а й

готових продуктів – соку, желе, джему, яке фасують у негерметичну тару (полімерну) і не стерилізують.

Консервування дегідоцетовою кислотою. Дозволено застосування концентрації 3 кг / т продукту при виробництві желе, повидла, яблучного соку. Консервування ДГК можна застосовувати на перепрофільованих підприємствах при відсутності обладнання для стерилізації. Продукт, що консервують, змішують з ДГК 10–15хв, фасують за температури 85 °С.

Крім антисептиків, для консервування продуктів застосовують винний (етиловий) спирт, оцтову чи молочну кислоту. Висока концентрація кислот робить продукт непридатним до використання, тому їх використовують для виробництва напівфабрикатів чи застосовують у поєднанні з іншими методами консервування. Наприклад, при виробництві маринадів використовують невеликі дози оцтової кислоти і проводять стерилізацію у герметично закупореній тарі.

8.8. Мікробіологічні методи консервування

Мікробіологічні (біохімічні) методи консервування плодів і овочів ґрунтуються на утворенні природних консервантів – молочної кислоти й спирту – внаслідок розвитку мікроорганізмів, які знаходяться на поверхні продукції. Усі види молочнокислих бактерій відрізняються силою кислотоутворення та умовами розвитку. Одні з них виділяють гази, інші перетворюють цукор на молочну кислоту без утворення газів, деякі бактерії виробляють ароматичні речовини, так звані складні ефіри. Усі молочнокислі бактерії розвиваються без доступу повітря, тобто є анаеробними. Отже, ізолюючи продукцію від доступу повітря, можна уникнути небажаних процесів, які розвиваються в присутності кисню (оцтовокисле бродіння, гниття, пліснявіння).

Молочнокисле бродіння виникає в результаті використання цукру і може бути виражене таким спрощеним рівнянням:



цукор молочна кислота

З однієї молекули глюкози чи фруктози під час бродіння утворюються дві молекули молочної кислоти. Крім молочної кислоти, можливе утворення незначної кількості піровиноградної, лимонної кислот й інших речовин, які не погіршують якості продукції, а надають своєрідний приємний смак і аромат. Можливе нагромадження летких кислот – оцтової, мурашиної, пропіонової, що погіршують якість продукції, яка може стати непридатною для їжі. Іноді в соленій продукції трапляється бактерія "довга паличка", яка викликає ослизнення розсолу, робить його тягучим.

Більшість мікроорганізмів розвивається у середовищі, близькому до нейтрального (рН 7). Для молочнокислих бактерій кращою реакцією середовища є слабокисла (рН 4,9–6,0). Для інших мікроорганізмів є граничне значення рН, тобто за більшої кислотності дані мікроби не розвиваються. Такою межею є рН: для бактерій гнильних – 4,4–5,0; маслянокислих – 4,5; молочнокислих – 3,0–4,4; винних дріжджів – 2,5–3,0; плісень – 1,2–3,0.

Під час молочнокислого бродіння проявляється також діяльність винних дріжджів з утворенням винного спирту і діоксиду вуглецю. Відбувається спиртове бродіння за рахунок цукрів овочів і плодів. Спирту може нагромадитись під час мочіння (квашення) овочів 0,5–0,7 %, плодів і ягід – до 18 %. Виникнення спирту в процесі бродіння пояснюється по-різному: як результат інтрамолекулярного дихання закладеної свіжої продукції, що відбувається в перші години бродіння; як результат життєдіяльності дріжджів, які знаходяться в епіфітній мікрофлорі продукції; унаслідок життєдіяльності різних бактерій, наприклад *B. coli aerogenes* тощо. Крім того, дріжджі містять ферменти, які розкладають амінокислоти (валін, лейцин, ізолейцин) на ізобутиловий та ізоаміловий спирти.

Внаслідок взаємодії кислот і спиртів утворюються складні ефіри, які надають аромату моченим плодам, ягодам і овочам. Діоксид вуглецю частково залишається у продукції і надає їй освіжаючої приємної гостроти. Спиртове бродіння відбувається без доступу повітря.

В процесі молочнокислого бродіння можуть відбуватися й інші небажані мікробіологічні процеси, в результаті яких утворюються речовини, які погіршують якість продукції. Такими є оцтовокисле, маслянокисле, гнильне бродіння і пліснявіння.

Оцтовокисле бродіння викликається оцтовокислими бактеріями, які зброджують утворений в результаті спиртового бродіння спирт в оцтову кислоту і надають готовій продукції нехарактерного присмаку й аромату. Оцтовокислі бактерії розвиваються тільки на поверхні продукту в присутності кисню повітря. Оцтова кислота може утворюватись унаслідок зброджування пентоз за рівнянням:



пентози молочна кислота оцтова кислота

Маслянокисле бродіння викликається маслянокислими бактеріями в результаті використання ними цукрів або молочної кислоти. Проходить воно за рівняннями:



цукор масляна діоксид водень
 кислота вуглецю



молочна кислота масляна діоксид водень
 кислота вуглецю

Це бродіння небезпечне тому, що воно зменшує концентрацію молочної кислоти, а нагромадження масляної кислоти надає продукції згірклого смаку, вона також розм'якшується. Маслянокислі бактерії розвиваються без доступу повітря в слабокислому середовищі (рН 4,7–8,3). Починається бродіння за

температури понад 25°C, а оптимальною температурою для розвитку маслянокислих бактерій є 35°C.

Тому для запобігання маслянокислому бродінню необхідно підтримувати температуру не вище 22°C. При цьому необхідно пам'ятати, що у ґрунті містяться холодостійкі раси маслянокислих бактерій, які розвиваються при температурі близько 10°C. Для запобігання дії цих бактерій сировину необхідно старанно мити.

Гнильне бродіння викликається різними видами гнильних бактерій. Вони розкладають білки і деякі інші азотні речовини. Унаслідок цього можуть утворитись такі отруйні речовини, як індол, скотол, меркаптан, сірководень, які мають огидні запахи, а також деякі інші. Тому продукти, які піддалися гнильному бродінню, непридатні до споживання. Для розвитку гнильних бактерій потрібне або слабокисле, або слаболужне середовище, тому розвиток їх у квашеній продукції можливий тільки на початку квашення. Якщо квашені продукти зберігаються за підвищеної температури, то інші мікроорганізми можуть розкласти молочну кислоту, і коли її вміст різко зменшиться, умови для розвитку гнильного бродіння стають сприятливими.

Пліснявіння виникає як результат розвитку плісені чи плівчастих дріжджів, які інтенсивно розщеплюють молочну кислоту. Зменшення кислотності сприяє псуванню продукції. Плісень розвивається тільки в аеробних умовах. Під час пліснявіння на поверхні розсолу утворюється плівка. Її утворюють плісені *Aspergillus* *Oidium lactis* і плівчасті дріжджі. Якщо не припинити їх розвиток ізоляцією продукції від повітря, плівка може досягнути значної товщини.

Отже, небажаних процесів маслянокислого бродіння можна позбутися старанним миттям сировини і підтриманням температури не вище 22°C; пліснявіння і оцтового бродіння – ізоляцією продуктів від доступу повітря; гнильного бродіння – утворенням кислого середовища. Виконання цих умов сприяє розвитку тільки молочнокислого і спиртового бродіння та одержанню продукції

високої якості. Крім цього, до числа основних факторів, що впливають на утворення молочної кислоти під час соління та квашення плодів і овочів, належать температурні умови процесу бродіння, газове середовище, в якому відбувається бродіння (ступінь доступу повітря в масу, що бродить, і вміст вуглекислоти), кількість солі й прянощів у продукті під час бродіння та якість сировини (її хімічний склад та ступінь обсіменіння мікробами).

Високий осмотичний тиск розчинів пригнічує розвиток мікроорганізмів. Однопроцентовий розчин кухонної солі має осмотичний тиск 6,1 атм. Для квашення овочів використовуються невисокі концентрації кухонної солі, які недостатні для запобігання розвитку мікроорганізмів, але можуть гальмувати їх розвиток. Збільшені концентрації солі до 3 % тільки дещо затримують кислотоутворення, а більші концентрації уже значно послаблюють процес утворення молочної кислоти. Дія кухонної солі в нейтральному середовищі значно слабша, ніж у кислому, тому що в такому випадку на розвиток бактерій гнітюче діють водночас і сіль, і кислота. Під час квашення овочів в перший період сіль гальмує розвиток небажаних мікроорганізмів, мало впливаючи на діяльність молочнокислих бактерій. Останні швидко нагромаджують молочну кислоту, і в заквашених овочах створюється середовище, несприятливе для розвитку мікроорганізмів, які псують продукцію.

Для швидкого початку молочнокислого бродіння продукції потрібно, щоб у розсолі містились необхідні поживні речовини (цукор та інші), вони спочатку знаходяться в клітинах заквашеної продукції. Сіль, проникаючи в клітини рослинної тканини, викликає плазмоліз, клітини стають більш проникними, і з них розчинні речовини легше і швидше переходять в розсіл. Крім того, сіль надає заквашеній продукції щільнішу консистенцію.

Під час бродіння цукрів продукції виділяється вуглекислий газ, який не впливає негативно на процес соління і квашення. Більше того, за наявності вуглекислого газу плісень у продукції не розвивається. З підвищенням температури в процесі квашення та

соління бродіння відбувається інтенсивніше, з утворенням значної кількості газів. Бурхливе виділення газів під час соління таких овочів, як огірки, томати, й кавуни призводить до розрихлення м'якоті, внутрішніх розривів та утворення порожнини всередині плоду. Тому під час соління таких овочів молочнокисле бродіння треба вести уповільненими темпами, запобігаючи значному утворенню газів. Для цього процес бродіння повинен відбуватися за низьких температур (15...22°C). Винятком є тільки початковий етап бродіння, коли в солоних овочах бажано мати 0,25–0,35 % молочної кислоти, потрібної для пригнічення життєдіяльності інших шкідливих бактерій. Тому, відразу після засолу овочі слід тримати при температурі 25...30°C протягом 36–48 год.

Такі пряні рослини, як часник, хрін, червоний перець, а також кріп, селера, петрушка, багаті на фітонциди та ефірні масла, згубно впливають на шкідливу мікрофлору овочів. В той же час вони не тільки не виявляють негативного впливу на молочнокислі бактерії, а навпаки, поліпшують умови розвитку їх, усуваючи з шляху цих бактерій небажану мікрофлору. Ось чому додавання під час квашення і соління овочів прямих рослин треба вважати обов'язковим.

Овочі та плоди, призначені для соління та квашення, повинні мати достатню кількість цукрів для утворення кислот, азотистих та пектинових речовин, які сприяють набуханням тканин і надають продукції хрусткої консистенції. З фізичних показників плодів та овочів для якості солоної продукції велике значення має вміст повітря в тканинах, твердість шкірки, об'єм насінної камери і питома маса плоду.

Крім загальних умов, які впливають на якість солено-квашеної продукції, є свої специфічні вимоги для кожного виду плодів та овочів. Найпоширенішими і найдоступнішими біохімічними методами консервування є соління і квашення плодів, ягід та овочів.

8.8.1. Квашення плодів і ягід

Квашені (мочені) плоди та ягоди мають специфічний виннокислий смак та аромат внаслідок молочнокислого і спиртового бродіння, а також від додавання прянощів та солоду. Суть процесу полягає в тому, що частина цукру плодів під впливом молочнокислих бактерій перетворюється на молочну кислоту, яка переважно консервує плоди. Чим більше в плодах нагромаджується молочної кислоти, тим вони краще зберігаються. У нормально заквашених плодах кислоти повинно бути від 0,6 до 1,5 %. Квашені фрукти дуже корисні. У них залишаються майже усі поживні речовини свіжих плодів. Крім того, в результаті бродіння у плодах і ягодах утворюються продукти молочнокислого та спиртового бродіння (молочна кислота, вуглекислий газ, етиловий спирт, вітаміни групи В, С, ферменти), які підвищують дієтичні властивості плодів і ягід і надають їм приємного освіжаючого смаку.

Для квашення придатні сорти яблук з щільною соковитою м'якоттю, які містять 0,7– 1,0 % кислоти (у перерахунку на яблучну) і не менше 8–12 % цукрів. З груш для квашення використовують сорти, що мають щільну м'якоть і солодко-кислуватий смак. Кращими сортами слив для квашення є сорти пізніх строків досягання з групи угорок, в яких щільна м'якоть.

Від стану стиглості плодів у момент заквашування, а також від температури, за якої буде проходити бродіння і зберігання, залежить якість готової продукції. Яблука, груші і сливи квасять у збиральній стиглості, а ягоди брусниці та журавлини – у споживчій. Для квашення відбирають плоди першого товарного сорту, здорові, неперестиглі, з цілою непошкодженою шкірочкою.

Яблука і груші безпосередньо перед укладанням їх в дубові або букові бочки ретельно миють в чистій проточній воді від пилу, отрутохімікатів і мікроорганізмів. Дно і стіни бочок місткістю 50–100 л вистилають ошпареною житньою або пшеничною соломою шаром завтовшки 1–2 см. Доцільно також класти солому через кожні 5–6 шарів плодів. Верхній шар плодів також вкривають соломою. У

заповнені бочки вставляють кришку і крізь шпунтовий отвір вливають розсіл. Сливи не калібрують, а лише видаляють зіпсовані плоди. Їх квасять у бочках місткістю не більше 20 л і соломною не перешаровують.

Якість квашених плодів значною мірою залежить від якості розсолу. Його виготовляють з води, цукру чи меду, солі, солоду або житнього борошна та гірничного порошку. Розчин виготовляють з такого розрахунку: на 1000 л води беруть 30 кг цукру, 10 солоду або 15 кг борошна, 10 кг солі. Солод являє собою борошно грубого помелу з пророслого ячменю. Його розчин готують так: 1 кг солоду розмішують у 10 л теплої води, підігрівають до 45...50°C і за такої температури витримують 1,5–2 год для гідролізу крохмалю до цукру і потім кип'ятять 10–15 хв.

З житнього борошна готують піспу: 1 кг борошна розводять у невеликій кількості холодної води і запарюють окропом (5–6 л) до стану рідкої сметани, потім змішують з рештою води (990 л, якщо використовують солод або 995 л, якщо використовують піспу), додають цукор та сіль.

Після заповнення розсолом бочки з яблуками витримують при температурі 13...15 °C протягом трьох-п'яти діб, груш – відповідно 15...18 °C і близько семи діб, потім доливають розсолом доверху, шпунтові отвори закривають пробками, завантажують, маркують і відправляють на зберігання в льодовні або холодильники. Зберігати готову продукцію треба при температурі від 0 до 5°C.

Для квашення слив використовують такий самий розсіл, як і для квашення зерняткових плодів, але додають більше цукру (4–5 %).

Оцінюють якість продукції за смаком і ароматом (50 балів), зовнішнім виглядом і консистенцією (20), кольором плодів (10), якістю розсолу (10), маркуванням (10 балів). За сумою балів, що їх одержує будь-який зразок плодів, визначають його сортність.

8.8.2. Квашення капусти

Правильно заквашена капуста відзначається високими харчовими властивостями. Вона зберігає до 90 % вітаміну С. 150–200 г квашеної капусти забезпечують людину добовою нормою цього вітаміну.

Для квашення використовують середньостиглі та пізньостиглі сорти капусти, цілком достиглі. Щоб одержати квашений продукт високої якості, стійкий під час зберігання, свіжа капуста повинна мати не менше 4 % цукру. Така кількість цукру в капусті забезпечує швидкий розвиток корисної мікрофлори і накопичення антисептично потрібної кількості молочної кислоти.

Призначену для квашення капусту очищають ножами вручну, відкидають верхнє зелене листя, забруднене і пошкоджене, а також ту частину стрижня, яка виступає над головою. Після цього головки капусти шаткують за допомогою шаткувальних машин на смужки завширшки 3–5 мм та завдовжки не менше 60 мм. Під час підготовки до квашення в капусту додають моркву, яку шаткують на тоненькі кружечки або кубики, додають також яблука, журавлину або брусницю, лаврове листя, насіння кмину, коріандр, солодкий перець. Солі беруть 1,2–2,0 % від маси продукту. Вона сприяє виділенню соку з капусти, поліпшує її смак і створює сприятливі умови для життєдіяльності молочнокислих бактерій (табл. 32).

Капусту квасять в бочках місткістю 100–300 л, дерев'яних чанах, дошниках, басейнах, змішуючи з сіллю, морквою, яблуками і прянощами на столах і щільно укладаючи в бочки.

В капусті, укладеній в тару, починається молочнокисле бродіння. Ознакою того, що капуста починає бродити, є слабе помутніння розсолу, виділення капустою сніжно-білої піни та бульбочок газу, що з'являються по краях. Повільно почавшись, бродіння потім відбувається досить швидко. Залежно від температури воно триває 10–30 діб. Занадто швидке квашення (6

діб при температурі близько 30°C) небажане – продукція перекисає. Занадто повільне (біля 30 діб при температурі близько 10°C) також погіршує її якість. Найсприятливіший режим квашення 16...20°C, коли бродіння триває 8–12 діб. Під час бродіння слідкують за рівнем розсолу, регулярно визначають його кислотність, яка повинна становити не менше 0,7 %, збирають піну, не допускають розвитку плісняви.

Таблиця 32

***Норми витрат сировини, приправ і спецій
на 1 т квашеної капусти (кг)***

Вид квашеної капусти	Капу-ста	Сіль	Морк-ва	Яблу-ка	Соло-дкий перець	Жура-влинка	Разом
Капуста без компонентів	1060	15	—				1075
Капуста з морквою	1010	15	50	—	—	—	1075
Капуста з яблуками і морквою	950	15	30	80	—	—	1075
Капуста з солодким перцем	960	15	—	—	100	—	1075
Капуста з журавлиною і морквою	1010	15	30	—	—	20	1075

За якістю квашену капусту поділяють на два сорти. У квашеній капусті першого сорту солі повинно бути від 1,2 до 2,0 %, другого – від 1,2 до 2,5 %. Загальна кислотність першого сорту повинна дорівнювати 0,7–1,0 %, а другого – 0,7–1,8 % (в перерахунку на молочну кислоту). Квашена капуста першого сорту повинна бути соковита, туга, хрустка, приємна на смак, кислувато-солодкувата, освіжаюча, без гіркості і стороннього присмаку, з запахом, характерним для квашеної капусти, з ароматом доданих прянощів.

Колір капусти – світло-солом'яний з жовтуватим відтінком. Шаткована рівномірно, вузькими смужками – не ширше 5 мм.

8.8.3. Соління огірків

Для соління придатні огірки спеціальних сортів. Засолювати огірки треба не пізніше ніж через 12 годин після збирання, бо кожен день затримки призводить до погіршення їх якості. Огірки, призначені для соління, повинні бути свіжі, зелені, без пустот всередині, мати трохи ребристу, горбкувату поверхню, тугу м'якоть. Огірки перерослі, насінники, запарені, пошкоджені морозами, хворобами, шкідниками, потворної форми та жовті для соління непридатні. Перед тим, як солити, огірки сортують за розміром та якістю. Вони повинні мати такі розміри: пікулі – до 50 мм; корнішони першої групи – 51–70; корнішони другої групи – 71–90; дрібні огірки – 91–110; середні – 111–120; крупні – 121–140 мм. Після сортування огірки миють.

Залежно від розміру, сорту, стану стиглості огірків та способу їх подальшого зберігання виготовляють розсіл, в якому міститься від 5 до 9 % солі: для дрібних огірків (довжина до 7 см) з наступним зберіганням їх в льоднику або холодильнику при температурі 0°C – 5–6%, для середніх (71–120 см) – 6–7%, для крупних з наступним зберіганням в підвалі при позитивній температурі – 8–9 %.

Підготовлені огірки і спеції пошарово щільно укладають в бочки відповідно до рецептури. Найпоширеніша рецептура (%): кропу – 3,0; хрону – 0,5; часнику – 0,3; свіжого гострого перцю – 0,15; острогону – 0,5; листя петрушки і селери – 0,5; листя чорної смородини – 1,0; листя інших пряних рослин – 0,2 %. Після того, як укладено останній шар прянощів, вставляють закупорювальне дно і підтягують обручі. Закупорені бочки заливають розсолом потрібної концентрації.

Бочки з огірками, залиті розсолем, залишають на бродильній площадці на одну-дві доби залежно від температури довкілля. Кращою температурою для початкового бродіння огірків є 18...22°C. За 24–48 год в огірках накопичується 0,25–0,35 % молочної кислоти. Після цього бочки забирають в охолоджене приміщення для бродіння та зберігання при температурі 1...5°C.

8.8.4. Соління томатів

Для соління відбирають томати молочної стиглості, бурі, рожеві і червоні. Томати, які беруть для соління, повинні бути свіжими, цілими, незабрудненими, без механічних пошкоджень, не уражені хворобами і не пошкоджені шкідниками. Кожну партію томатів різної стиглості сортують за розміром на крупні – діаметром 50–70 мм та дрібні – 30–49 мм. Для соління томатів використовують такі прянощі: кріп, корінь хрону, перець стручковий гіркий та солодкий, а також часник. Можна добавляти листя петрушки, селери, острогону, чорної смородини. Іноді червоні томати солять, не добавляючи прянощів.

Розсіл готують залежно від стадії стиглості томатів. Для соління червоних томатів у бочках і подальшого зберігання в холодильниках чи льодниках готують розсіл концентрацією 8 %, для бурих – 7 %, для зелених – 5–6 %. Якщо зберігають готову продукцію в підвалах, концентрацію розсолу збільшують на 1 %. Для дрібних томатів концентрація розсолу менша, ніж для крупних. У всьому іншому технологічний процес соління томатів такий самий, як і огірків.

У солоних томатах першого сорту повинно бути 3–6% солі і 1,0–1,5 % кислот (в перерахунку на молочну). Якщо вміст солі і кислот більший, продукцію відносять до другого сорту. За консистенцією плоди повинні бути цілі, м'якоть плоду компактна, насичена розсолем. Смак солоних томатів повинен бути кислувато-солонуватим, з ароматом і присмаком прянощів, без стороннього

присмаку і запаху. За кольором томати повинні відповідати стиглості плодів. Розсіл – з легким помутнінням, приємного аромату, солонувато-кислуватого смаку, гострішого, ніж плоди.

8.8.5. Виробництво вина

У багатьох людей склалась помилкова уява про те, що етиловий спирт (етанол, алкоголь), який має наркотичні властивості, тобто чинить специфічну дію на нервову систему людини і теплокровних тварин, є чужорідним для людського організму, а його споживання завжди шкідливе. Але люди постійно його споживають, так як багато харчових продуктів, крім основних поживних речовин – білків, вуглеводів, жирів, органічних кислот, солей, вітамінів, містять в невеликій кількості (долі відсотку) і етиловий спирт, який утилізується в тканинах особливим ферментом – алкоголь-дегідрогеназою. До алкоголевмісних продуктів відносять: хліб, кефір, квашену капусту, квас, мочені плоди і ягоди, дозрілі, а особливо, перезрілі плоди (яблука, груші, сливи, абрикоси і інші). Але основними серед них є *напої*, що виготовляють з різноманітної сировини із застосуванням різних технологічних прийомів. Із споживчих позицій їх можна розділити на три групи:

1. **Легкі** або слабоградусні, напої, які містять незначну кількість спирту. До них відносять *пиво*, що отримують із зерна пивоварних сортів ячменю, яке містить 3–6 % спирту (не менше 2,8 %). Напій, подібний до пива, але із проса – *буза*. По-особливому сквашено-зброджене кобиляче молоко – *кумис*. Зброджені, а потім насичені діоксидом вуглецю яблучні і грушеві соки – *сидри і пуаре* – та багато інших, що історично склалися в різних регіонах світу і стали національними напоями. Крім спирту, до складу напоїв входять немало корисних для людського організму речовин, що дає змогу віднести їх до харчових продуктів. Поряд з молочною, оцтовою та іншими кислотами, спирт в них виступає як один з консервантів, а також

як вихідна речовина для утворення ароматичних речовин (ефірів, ацеталів), що надають продуктам специфічного смаку й аромату. Під час споживання таких напоїв наркотична дія спирту помітно не проявляється.

2. **Міцні** алкогольні напої, що містять спирту понад 20 % (горілка, віскі, ракія, чача, ром, коньяк, кальвадос, лікер, наливка, настойка, пунш і т.п.). Вони мають інші властивості, склад і призначення. В них спирт кількісно переважає інші речовини. Споживають їх, головним чином, з метою наркотичної дії на нервову систему. Деякі з таких напоїв, завдяки вмісту цукрів, кислот, дубильних та ароматичних речовин, використовують в кулінарії і кондитерському виробництві.

3. Проміжне положення між цими групами займають вина, що відрізняються за складом, властивостями і значенням. Всі вони містять 8–20 % етилового спирту і значну кількість корисних органічних і мінеральних речовин. Завдяки цьому вина є смаковими, харчовими і лікувально-гігієнічними продуктами, що мають помірну наркотичну дію.

Харчове і дієтичне значення мають у вині органічні кислоти, мінеральні солі (особливо калій), органічно зв'язаний фосфор, азотисті і пектинові речовини. Велику калорійність мають вина із вмістом цукру. У вині є вітаміни С, групи В – В₁, В₂, В₆, В₁₂, комплекс катехінів.

Споживання вина в помірних дозах підвищує опірність організму деяким захворюванням. Добрі результати дає червоне вино, що застосовують як профілактичний засіб при епідеміологічних захворюваннях шлунка. Вживання його сприяє виведенню радіонуклідів. Ще Луї Пастер вважав, що вино з повним правом можна розглядати як найздоровіший гігієнічний напій.

Усі вина належать до однієї споживчої ніші, оскільки вони мають однаковий фізіологічний і естетичний ефект. Але в хімічному складі вин, як і в складі сировини, що використовують для їх виробництва, існує суттєва різниця.

8.8.6. Історія виноробства

Технологія виробництва вин із винограду склалася в доісторичні часи. Суть її полягає в зброджуванні виноградного соку, попередньо відділеного від твердих частин або разом з ними ("на м'яззі"), з наступним освітленням напою. Крім обов'язкового у виноробстві процесу бродіння, що здійснюється, як правило, з допомогою природних дріжджів, при виготовленні деяких вин (міцних, десертних) застосовують такий технологічний прийом, як спиртування (кріплення).

Якість виноградних вин залежить від якості винограду, яка, в свою чергу, залежить від сорту, ґрунтово-кліматичних умов, застосування агро- і фітотехніки, строків збирання врожаю, ступеня пошкодження шкідниками і хворобами та ін. Велике значення має також майстерність винороба, його талант, уміння, добросовісність. Але отримати якісне вино можна тільки із якісної сировини, оскільки змінювати її хімічний склад, крім кріплення спиртом—ректифікатом підбродженого сусла для збереження солодкості і аромату, заборонено законами всіх виноробних країн.

Напої із плодів і ягід, що містять спирт, мають давню історію. Технологія їх виготовлення суттєво відрізняється. У зв'язку з низьким вмістом цукру в плодових і ягідних соках одержати з них бродінням достатньо міцні і, відповідно, стійкі продукти без додавання високоцукристих компонентів неможливо. В давнину таким компонентом був бджолиний мед. Одержані шляхом збродження, підсолоджені медом соки, "хмільні" напої називали медами з указанням фруктової основи: "малиновий мед", "вишневий мед", "смородиновий мед" та ін. В давнину меда були найбільш поширеними й улюбленими напоями слов'ян. З XIV ст. медові напої стали витіснятися винами, пивом, лікерами.

Спроба реанімувати виробництво медів в другій половині XIX ст. була безуспішною. Технологія їх втрачена, а висока вартість

меду не сприяла відродженню медоваріння. Замість медів почалось виготовлення плодово-ягідних вин. Історія їх пов'язана з Уманським державним аграрним університетом (у 1859 р. Головне училище садівництва). Саме тоді для одержання вин стали використовувати сік ягідних культур, що тут вирощували – агрусу, смородини. Сік зброджували, а "виноматеріали" обробляли як виноградні. Для отримання суслу, подібного виноградному, висококислотний сік розбавляли водою до нормальної кислотності (7–10 г / л), вносили буряковий цукор з розрахунком, щоб отримати напій міцністю 9–12 % об. Сік агрусу і білої смородини зброджували після "виправлення" за "білим" способом, а м'язгу чорної смородини – за "червоним".

Перші спроби були невдалі. В складі епіфітної мікрофлори місцевих ягід не було дріжджів, здатних зброджувати високоцукристі суслу. Поступово селекціонувались раси дріжджів, що здатні інвертувати сахарозу, тому що завезені дріжджі розкладали її дуже повільно (в виноградному соку сахарози немає). Стали користуватись термінологією: "виправлений" сік називали суслим, а кінцевий продукт – вином, але з обмовленням, що вино ягідне (щоб не було обвинувачень у фальсифікації). Коли для одержання виноподібних продуктів почали використовувати не тільки ягоди, а й плоди, за напоями закріпилась назва "плодово-ягідні вина".

8.8.7. Відмінність плодово-ягідних вин

Плодово-ягідне вино – це алкогольний напій для підтримання тону, що має певні смакові властивості, виготовлений із соку культурних або дикорослих плодів та ягід, у разі необхідності покращений цукром і водою, зброджений на певній расі винних дріжджів, підданий спеціальній обробці і витримці.

1. Класифікація вин. Вино містить від 8 до 20 % об'ємних (кількість міліметрів спирту в 100 мл вина) спирту.

За вмістом спирту вина поділяють на:

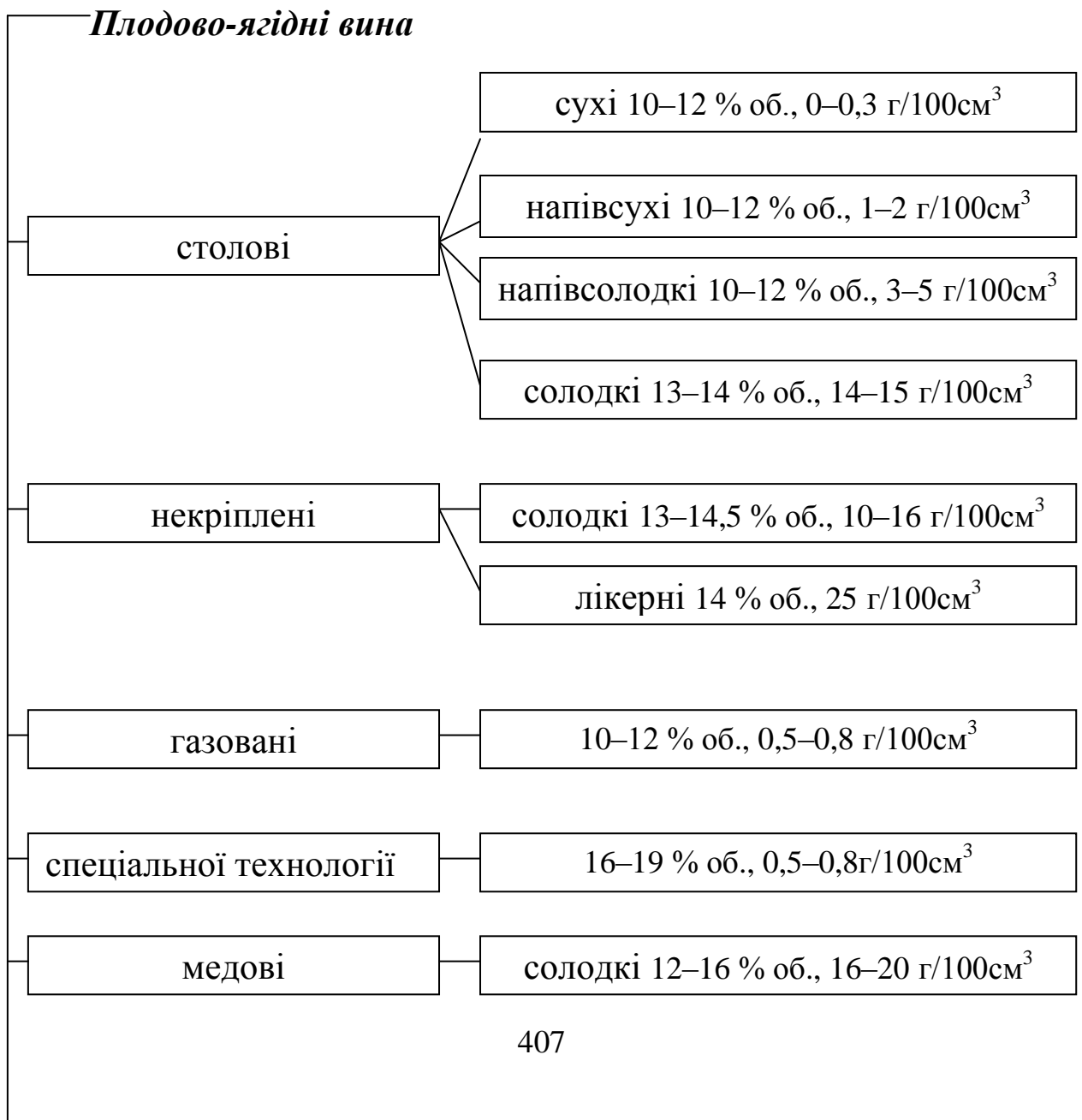
- легкі – 8–12,5 % об.;
- напівміцні –14–16 % об.;
- міцні – 17–20 % об..

За вмістом цукру:

- сухі – до 1 %;
- напівсухі –1–4 %;
- напівсолодкі – 4–8 %;
- солодкі –до 20 %;
- лікерні – більше 20 %.

Усі вина поділяють на дві категорії: тихі й ігристі.

За хімічним складом, смаком, ароматом *тихі вина* (білі, червоні, рожеві) класифікують на столові, некріплені, газовані, спеціальної технології, медові, кріплені (рис. 54).



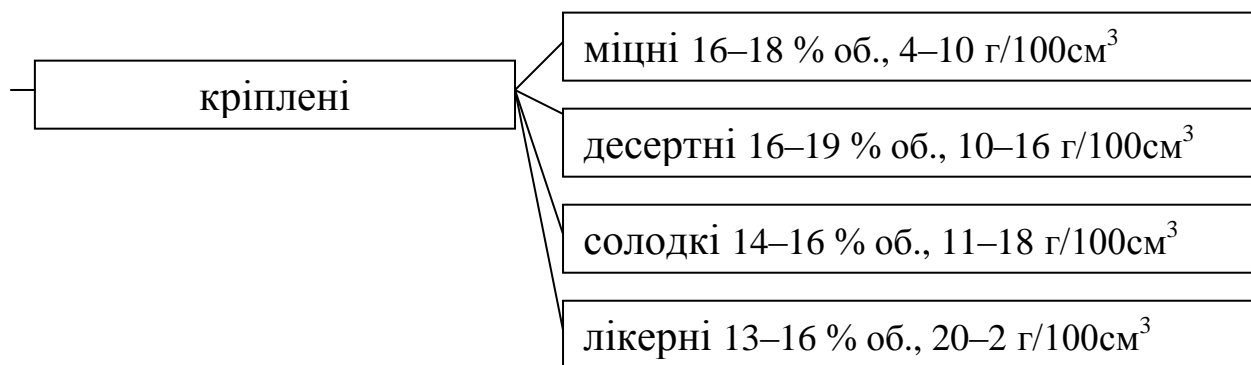


Рис. 54. класифікація плодово-ягідних вин

Кондиції: спирт – % об., цукор – г/100 см³

Ігристі вина – це вина насичені діоксином вуглецю. Отримують їх при повторному зброджуванні в пляшках за рахунок додавання цукру у вигляді лікеру і внесення чистої культури дріжджів. Протягом шампанізації вино набуває ігристих властивостей, які спостерігаються при розкорковуванні пляшок і наливанні в бокали (постріл, гра, піна).

Насичення діоксидом вуглицю може проводитись і штучно в сатураторах. При цьому отримують *шипучі вина*, які виготовляють з яблучного соку, суміші яблучного і агурсового. В таких винах діоксид вуглецю міститься, головним чином, в розчиненому і газоподібному стані. Тоді як в ігристих винах він знаходиться у зв'язаному стані, що характеризує тривале виділення бульбашок CO₂ і стійкість піни. Ігристі вина за міцністю спирту мають 11–12 % об., а за вмістом цукру поділяються на сухі, напівсухі, напівсолодкі, солодкі.

Вина, що виготовлені із соку одного виду або з додаванням 15 % соків інших ботанічних видів, називають *сортowymi*. Усі інші вина – *купажовані*.

2. Сировина. Якість вин залежить від якості сировини, її особливостей. У плодово-ягідному виробництві використовують сировину різного ступеня зрілості, плоди різні за величиною і

формою, механічно травмовані, ушкоджені шкідниками і хворобами (крім мокрої гнилі). Хімічний склад плодів може бути різний, але з них можна отримати високої якості вина, підвищуючи цим безвідхідність і ефективність галузі садівництва.

Найкращі сухі, напівсухі і напівсолодкі столові вина отримують із плодів агрусу, червоної і білої смородини, вишні. А із плодів малини, чорної смородини, суниці отримують чудові десертні вина.

Відмінною сировиною є яблука кисло-солодкі, що мають 0,7–0,9 % кислоти і високу цукристість. Практично з усіх видів плодів і ягід можна приготувати вино. За необхідності застосовують змішування (купажування) соків кислих і солодких плодів.

Можна виробляти сортові вина. Найкращі вина одержують з яблук сортів Донешта, Ренет Симиренка, Бойкен, Джонатан. Добре за основу (95 %) брати сік груші і додавати 3–5 % кислого соку (вишні, смородини).

3. Покращення соку. У плодово-ягідному виробництві сік покращують цукром і водою. На відміну від виноградного фруктові соки містять значно менше цукру – 8–12 %, а тому при виготовленні вин цукор додають.

Плодово-ягідне вино необхідно створювати стійким, аби воно не було схильним до псування, за будь-яких умов, тобто із вмістом спирту не менше 13 % об. Застосовуючи дріжджі, можна отримати вино з природним набродом спирту 17–18 % об., а запроваджуючи спеціальні технологічні прийоми міцність вин можна доводити до 20 % об.

На відміну від виноградних плодово-ягідні вина, які мають в готовому вигляді різну ступінь солодкості, зберігають за будь-яких умов сухими. Це повністю гарантує їх від псування. А цукор, якщо його вміст у вині обумовлений попитом споживача або передбачено комерційними міркуваннями, слід уносити незадовго до реалізації. При виготовленні плодово-ягідних вин немає потреби застосовувати кріплення, тобто додавати спирт-

ректифікат, який погано асимілюється вином. Достатній вміст спирту в солодких і міцних винах рекомендують накопичувати природним бродінням.

У виноробстві користуються таким показником, як *екстракт вина*. Це сума нелетких речовин у вині. Існує два поняття – загальний і приведений екстракт (загальний екстракт без урахування цукру). Виноградний сік має приведений екстракт – 2–3 %, а тому його не розбавляють водою. У плодових і ягідних соках приведений екстракт досягає 6 % – у соку із вишні, 10 % – у соку із чорної смородини. Соки таких плодів розбавляють водою, оскільки вони високоекстрактивні і вино, одержане з них, може бути "важким".

4. Застосування рас винних дріжджів. У сучасних садах застосовують багатократну обробку різними пестицидами, що міцно закріплюються на шкірочці плодів. Плоди падають на землю, забруднюються. Але в складі їх епіфітної мікрофлори дріжджів немає. А тому перед переробкою плоди необхідно ретельно мити і застосовувати для кожного виду плодів розводку чистої культури спеціально селекціонованих дріжджів, які здатні гідролізувати сахарозу і наброджувати багато спирту.

У плодово-ягідному виноробстві застосовують тільки спеціальні дріжджі, які наброджують до 20 % об. спирту, тоді як дикі дріжджі можуть наброджувати тільки 3–4 % об. спирту. Пивні, хлібопекарні, спиртові дріжджі непридатні для виноробства. Так, з 1 кг цукру за допомогою винних дріжджів можна отримати 640 мл спирту, а із хлібопекарних тільки 420 мл спирту. Пивні дріжджі зброджують за температури 6°C і дають 10–12 % об. спирту та пивну гіркоту. Спиртові дріжджі зброджують швидко (10–12 год), але виділяють сірководень, що позначається на смаку.

Дріжджі – це мікроскопічні, розміром 5–10 мкм, найпростіші або "недосконалі" гриби, оскільки вони не утворюють грибницю і плодового тіла. За типом розмноження вони відносяться до аскоміцетів, які вегетативно розмножуються брунькуванням, а за

несприятливих умов утворюють спори. За типом дихання дріжджі відносять до факультативних анаеробів, тобто вони можуть використовувати молекулярний кисень, а можуть обходитись без нього, розкладаючи цукор до CO_2 і етилового спирту. За типом харчування дріжджі відносять до гетеротрофіад, тому що вони харчуються тільки готовими органічними речовинами і не здатні їх синтезувати із неорганічних, як це проходить в зелених рослинах. У природі нараховують більше 14 різноманітних видів дріжджів, але у виробництві вин застосовують штами (раси), що належать до *сахароміцетів*.

Спеціально селекціоновані раси дріжджів повинні гідролізувати сахарозу, енергійно зброджувати цукор за невисокої температури (15...20°C), витримувати високу концентрацію цукру (30–32 г/100 мл), не накопичувати леткі кислоти, не розкладати яблучну і лимонну кислоти, продукувати ароматичні речовини для тонкого, гармонійного і стійкого букету вина. Це такі, як Уманська – 8/16, Яблучна – 7, Чорносмородинова, Вишнева – 33, Мінська – 120, Сидрова – 101, Судак УІ-5 та ін. Їх можна замовити в науково-дослідних установах.

5. Обробка вин. Кінцевий етап перед розливом вина – освітлення і доведення його до еталону шляхом *егалізації*, тобто змішування декількох партій, що дещо відрізняються між собою за аналітичними показниками. За необхідності до сухого вина додають цукор.

Якщо вино виготовлене із неперестиглих плодів, то для освітлення достатньо провести фільтрацію. Уразі коли вино містить колоїди, його обробляють бентонітом або яєчним білком. Обробку проводять лише після встановлення їх оптимальної дози за допомогою пробної "оклейки", так як надлишкове внесення "оклеюючого" матеріалу призводить до кількісних втрат і зниження його органолептичних показників. А ще краще позбутися колоїдів до бродіння. Щільність великих шматочків м'якуша, що знаходиться в плодовому соку, фактично не

відрізняється від щільності середовища. А мілкі частинки в результаті броунівського руху зовсім не випадають в осад. Для видалення із соку основної маси органічної муті достатньо сік процідити через щільну тканину або пропустити через сепаратори, центрифуги.

Складніше освітлюються соки, що містять значну кількість колоїдного пектину. Для цього сік треба обробити бентонітом, дозу якого визначають пробною "оклейкою".

Бентоніт – це мілкодисперсна глина, яка має високі сорбційні властивості і здатна набухати в гарячій воді з утворенням гелю. При введенні його в сік чи вино, бентоніт вступає в реакцію з колоїдами, утворює крупні агрегати. Випадаючи в осад, він забирає і інші зважені частинки. Швидкість осадження залежить від щільності і в'язкості розчину, що освітлюють. У солодких соках процес проходить повільніше, ніж у винах.

6. Витримка вин. Молоде вино покращує свої якості протягом певного періоду. Але це не означає, що чим старіше вино, тим воно краще. Процеси, що відбуваються у вині з моменту його утворення до розпаду, можна поділити на стадії: утворення вина (період бродіння сусла), формування вина (від кінця бродіння до першого переливання), дозрівання і старіння вина.

Процес *дозрівання* вина тісно пов'язаний з дією на нього кисню. Останній потрапляє у вино під час переливань, фільтрації, а також зберігання. Вплив його на вино залежить від стану вина (молоде, витримане) і характеру дії кисню (поступовий, форсований). Навіть короткотермінове стикання молодого вина з киснем повітря в процесі обробки змінює його смак, вино втрачає аромат, з'являється гіркота. Цей процес називається *вивітрюванням вина*. Явище це перехідне. Після закінчення обробки вина і припинення доступу повітря воно знову відновлює смакові властивості. Однак, якщо для відновлення аромату в молодих винах потрібно 10–20 діб, то для відновлення букету у

витриманих винах необхідно значно більше часу. Окислення вина при витримці в бочках проходить повільно.

Старіння вина – процес, який проходить без доступу кисню в пляшках. У цей період проходять реакції між деякими складовими вина і розвивається тонкий букет.

Оптимальний термін витримки вин в пляшках: для білих легких столових – 4–5 років; для червоних екстрактивних – до 10–12 років. Червоні вина старіють повільніше. Міцні вина (кріплені) ще довговічніші. Вони можуть зберігати свої якості до 100 років. "Портвейн", "Мадера" покращують свої якості до 20 років, а зберігають до 30 років. "Херес" відповідно до 70 і 90 років.

З часом, період старіння змінюється періодом *розпаду*. Вина розкладаються на складові: випадають барвні речовини, зникає букет, з'являється неприємний смак і запах, що викликається продуктами розпаду.

В практиці виноробства основна маса виноградних (90–95 %) випускається *ординарними* у віці до одного року. Ці вина мають розливозрілий стан, але не мають того букета, що розвивається при витримці. Ординарні вина можуть витримувати більше року, їх називають *витриманими ординарними винами*.

Найкращі вина *марочні*. Це вина, що виготовляють із певних сортів винограду, вони зберігають свої характерні якості із року в рік. Марочні вина витримують від двох до шести років (білі вина менше, червоні довше). Тривала витримка проводиться при постійній температурі в бочках.

Є ще і *колекційні вина*, які витримують не менше шести років, у т. ч. не менше трьох років у пляшках. Колекційні вина відображають історію виноробства. Мускатні і токайські вина Криму представлені, починаючи з урожаю 1892 р.

Плодово-ягідні вина відрізняються високою активністю ферментів порівняно з виноградними. Процеси дозрівання і старіння цих вин відбувається швидше. Вважається, що вони покращують свої якості до п'яти років, а окремі з них: "Полуничне"

– до 6 міс, "Білосмородинове" – до 8–10 міс, "Чорносмородинове"
– до 1–1,5 року.

8.9. Технологія виробництва плодово-ягідних вин

Одержання соку у виноградному виноробстві відносять до первинного виробництва. У плодово-ягідному виноробстві воно аналогічне виробництву плодово-ягідних соків.

Установка сусла. *Сусло* – це вихідний продукт, з якого готують вино. Якщо у виноградному виноробстві заборонено змінювати сусло, то в плодово-ягідному – сусло треба приготувати. Для цього необхідно провести такі етапи:

1. *Видалення зв'язаних частинок в соку шляхом фільтрування.* Для соків, що містять значну кількість колоїдного пектину, проводять обробку бентонітом, дозу якого встановлюють пробною "оклейкою". Для цього точну наважку 50 г просіяного і просушеного (протягом доби за температури 150...180°C) бентоніту заливають 200 мл гарячої дистильованої води. Після перемішування залишають на добу для набухання. Потім утворений гель доводять до кипіння, перемішують, охолоджують, переносять в мірну колбу на 1л і доводять до мітки соком. Після ретельного перемішування робочий розчин 5 % бентоніту готовий для проведення пробної "оклейки".

В 10 пронумерованих скляних циліндрів ємкістю 250 мл наливають по 200 мл досліджуваного соку. Мірною піпеткою вливають відповідно 1,2,3–10 мл робочого розчину в кожний із циліндрів. Перемішують, закриваючи долонею, і залишають на добу в спокої. Дозу визначають по циліндру, в якому при мінімальній дозі бентоніту пройшло задовільне освітлення. В 1 мл робочого розчину міститься 50 мг бентоніту. Таким чином, на 1 л соку треба взяти 250 мг і помножити на порядковий номер циліндра. Припустимо, що оптимальним визнано освітлення в циліндрі №3. Тоді $250 \times 3 = 0,75$ г / л. Якщо помножити одержане

число на об'єм соку (л), розрахуємо необхідну кількість бентоніту. Підготовку розчину бентоніту для обробки всієї партії проводять так, як і робочого для пробної "оклейки".

2. *Розрахунок необхідної кількості цукру.* Ураховують, що 17 г моносахаридів або 16,25 г сахарози, в 1 л соку при зброджуванні дають 1 % об., або 10 мл спирту. На підставі з цього, можна визначити кількість цукру необхідного для одержання вина певної міцності.

Наприклад, для приготування вина із вмістом спирту 16 % об., необхідно цукру: $16,25 \times 16 = 260$ г.

Але в соку уже є певна кількість власного цукру. Так, якщо плоди яблук містять 10 % цукру, це означає, що в 1 л соку є 100 г цукру. Тоді на 1 л соку треба взяти: $260 - 100 = 160$ г цукру.

3. *Встановлення доцільності розведення соку.* Найкращі вина із вмістом 13–14% об. спирту одержують із соків з кислотністю 0,7–0,9% (7–9 г/л), а більш міцні (15–17 % об. спирту) ще з більшим вмістом кислоти. Мінімальна кислотність в суслі повинна бути 5–7 г/л. Але сусло може зброджуватись без корегування навіть при 10–12г/л кислоти. Якщо вміст кислоти в соку не відповідає оптимальному, проводять купажування соків або сусел чи розбавляють його водою.

4. *Приготування сусла.*

Сусло повинно мати такі показники:

		Цукристість,	Кислотність,
		%	%
Столові	Сухі	20–22	0,7–0,8
	Напівсухі	26–28	0,7–0,9
Десертні (без спиртування)		27–29	0,7–1,0
Десертні і міцні (із спиртуванням)		10–15	0,6–1,2

Після проведення розрахунків, починають готувати сусло. Ураховують, що 1 кг цукру, розчиняючись в соку, збільшує його об'єм на 0,62 л. Цукор розчиняють в невеликій кількості соку або

води (у разі розведення соку), ретельно вимішують до розчинення. Якщо сік (вода) холодні, його підігрівають. Розчин цукру змішують із соком. Операції проводять в чанах. До сусла додають 50–150 мг / л сірчистої кислоти, щоб затримати розвиток шкідливої мікрофлори.

Одержане сусло пастеризують, охолоджують до температури 20...25°C і подають в бродильні ємкості. До сусла додають культуру дріжджів в кількості 3–5 % від об'єму.

Таблиця 33

***Розрахункова таблиця для приготування сусла
без спиртування вина (на 100 л соку)***

Найменування соку	Кількість води, л	Кількість цукру-піску, кг	Міцність вина, % об. спирту
Яблучний	–	15–25	12–16
Вишневий	50	40	14–15
Агрусівий	50	35–45	14–15
Чорносмородиновий	150	80–90	14–15
Червоносмородиновий	60–70	50–55	14–15
Білосмородиновий	50	45–50	14–15
Малиновий	–	23–30	14–15
Суничний	–	23–25	14–15
Сливовий	–	15–20	14–15

Приготування розводки дріжджів. Дріжджі отримують в пробірках. Термін їх зберігання за температури 5...15°C від місяця до одного року. За п'ять-шість днів до початку приготування сусла одержують сік із плодів, з яких виготовлятимуть вино (із розрахунку 30–50 л соку на одну пробірку). Із одержаного соку

готують сусло (як і для приготування вина), і кип'ятять 10–15 хв. У стані кипіння сусло переливають в чистий прошпарений посуд (бутель). Отвір щільно закривають чистим ватно-марлевым корком, змоченим спиртом (70 %). Сусло повинне займати не більше 70 % об'єму посуду. Після охолодження сусла до температури 20...25°C в нього опускають пробірку з дріжджами. При цьому витримують абсолютну стерильність. З пробірки знімають етикетку і протирають руки, пробірку спиртом (або сірчистою кислотою). Бутель закривають ватно-марлевым корком і ставлять на тепле місце (температура 25...30°C). Через три-чотири доби сусло мутніє, на його поверхні з'являється піна. Це означає, що розводка готова, оскільки в ній почалося інтенсивне бродіння. В 1 мл розводки розвивається до 150 млн. дріжджових клітин.

У виробничих умовах потреба в розводці може бути значною (наприклад, 1000 л). Тоді готують 1000 л сусла, кип'ятять, зливають в прошпарену бочку, охолоджують і дають 30 л розводки, одержаної першого разу. Через три-п'ять діб розводка буде готовою. Розводку вважають придатною тільки в стані бурхливого бродіння. Приготовлену розводку дріжджів вливають в сусло.

Для кращого бродіння (роботи дріжджів) до сусла додають "харчування" із розрахунку 30 г фосфорнокислого амонію на 100 л сусла. Дріжджі добре реагують на вітамін В₁₂.

Зброджування сусла проводять в спеціальних бродильних ємкостях – дерев'яних бочках, металевих цистернах із нержавіючої сталі.

Підготовлене для зброджування пастеризоване сусло перекачують в ємкості з таким розрахунком, щоб заповнити їх на 75–80 %, ураховуючи об'єм попередньо внесеної розводки чистої культури дріжджів. Ємкості закривають бродильним шпунтом в який вставлена трубка, що виходить в посуд з водою, або споряджають гідравлічним бродильним затвором (рис. 55). Це роблять для того, щоб в ємкості не потрапляв кисень, який сприяє розвитку оцтовокислих бактерій, що призводить до оцтового скисання.

Ємкості можна закрити (залежно від розмірів заливної горловини) ватно-марлевими серветками.

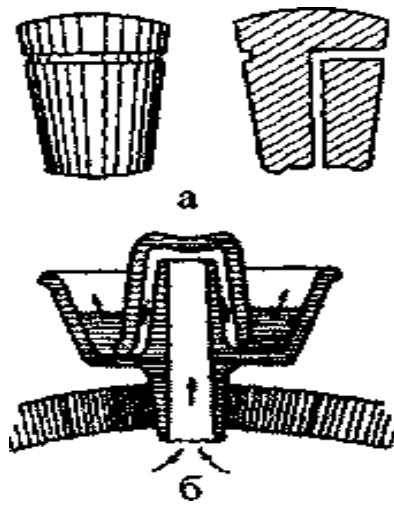


Рис. 55.
а—бродильний
шпунт, б—гідрав-
лічний
бродильний
затвор

В період бродіння слід підтримувати постійну температуру. Під час бродіння виділяється значна кількість тепла, сусло нагрівається. Підвищення температури вище 25°C призводить до пригнічення дріжджів і сприяє розвитку шкідливої мікрофлори. Оптимальна температура повітря під час бродіння 20°C, тоді в суслі вона сягатиме 25°C. Через 6–8 днів бурхливого бродіння сусло може наброджувати до 10 % об. А, якщо цукру в суслі багато, то через 10–12 днів вміст спирту досягає 13–14 % об. При цьому піна з поверхні сусла зникає.

Ємкість слід долити таким же суслом до об'єму. Доброджування може тривати від тижня до 1 міс. іноді до 3 міс. Кінець бродіння визначають за припиненням виділення CO₂ і відносним освітленням матеріалу внаслідок осаджування дріжджів, що відмирають. Після закінчення бродіння матеріал відділяють від осаду. Залишати зброджене сусло довгий термін на дріжджах не слід, бо воно як автолізат, що містить продукти розкладу білків, може суттєво вплинути на смакові і ароматичні властивості вина, а також стати субстратом для розвитку небажаної мікрофлори. А тому проводять *декантацію* збродженого виноматеріалу.

Дріжджовий осад зливають в окрему ємкість. Після ущільнення дріжджової маси освітлений матеріал декантують. Декантацію проводять з допомогою шланга і двох посудин.

Зняте з осаду вино, опускають в підвальне приміщення. Тут відбувається його формування. Бочки повинні бути не долиті

майже на 0,5 – 1 л. Їх закривають бродильним шпунтом на той випадок, якщо вино буде продовжувати бродити. Температура зберігання вина 12°C. Після закінчення бродіння вина, бочки доливають і закривають корком (в неповній бочці вино окислюється). Доливання вина спочатку проводять один раз на тиждень, а потім один раз на місяць.

Вина повинні бути іскристо прозорими і несхильними до утворення осаду при пляшковому зберіганні. Всі речовини, що здатні викликати помутніння або опалісценцію, видаляють до розливу у товарну тару. Протягом дозрівання при тривалій витримці вин проводять три-п'ять переливань, після чого вино придатне до розливу. Перед розливом його фільтрують на фільтр-пресах. У разі опалесценції вино обробляють бентонітом після встановлення оптимальної дози пробною "оклейкою". Через один-півтора тижні відбувається випадання осаду, вино декантують і фільтрують.

Готове вино аналізують в лабораторії, де визначають вміст спирту, кислоти і цукру. Проводять вирівнювання виноматеріалів, які мають однакове походження, назву і призначення. Цей процес називають *еголізацією*. Для приготування якої-небудь марки вина певного типу і кондиції еголізації недостатньо. Змішують виноматеріал різного походження, різних видів і сортів, додають спирт. Таке змішування називають *купажем*. Наприклад, вина міцністю 12 % об. і 15 % об. при купажуванні дають вино 13 % об. спирту. Формула для спиртування вина:

$$X = \frac{v-c}{k-v} \cdot a$$

де X – необхідна кількість спирту, л;
 v – бажана міцність вина, % об.;
 c – початкова міцність вина, % об.;
 k – міцність спирту, % об.;
 a – кількість вина, що спиртують, л.

Плодово-ягідне сухе вино можуть підсолоджувати, а плодово-ягідне вино міцністю 12 % об. спиртують або пастеризують.

Втрати при виробництві вин:.

1. *Технологічні втрати* становлять не більше 3,6 %. В основному вони пов'язані із зняттям вина з осаду (2–3 %).

2. *Усушка вина.* – у спеціальних підвалах за температури зберігання вина до 15 °С вона дорівнює 2 %, в бочках за температури зберігання 25 °С – до 8 %.

3. *Безповоротні втрати* (в повітря) становлять до 1 %.

У процесі зберігання внаслідок випаровування спирту, міцність може знижуватись до 0,3 % за один рік.

Контрольні запитання

1. Які методи консервування плодів і овочів?
2. Як класифікують плодоовочеві консерви?
3. Які цехи належать до основних і допоміжних?
4. Для чого проводять інспектування, сортування і калібрування сировини?
5. Для чого і як проводять очищення і подрібнення сировини?
6. Що таке бланшування й уварювання, навіщо їх проводять?
7. На яких машинах і як проводять фасування продукції у тару?
8. Яка мета екстакування?
9. Як закупорюють банки і перевіряють їх герметичність?
10. Особливості стерилізації і пастеризації консервів.
11. Види і причини псування консервів.
12. Як зберігають консерви?
13. Яка відмінність пастеризації від стерилізації продукту?
14. Які консерви відносять до натуральних овочевих та в чому особливість їх виробництва?
15. Які консерви відносять до овочевих маринадів? Особливості їх виробництва.

16. Які особливості технології виробництва овочевих соків?

17. Які консерви відносять до концентрованих томат-продуктів?

Особливості їх виробництва.

18. Чим відрізняються компоти і маринади плодово-ягідні?

19. Як одержують фруктові і ягідні пюре?

20. Які антисептики використовують для консервування ягід?

Способи їх застосування.

21. Які особливості технології виробництва плодових і ягідних соків?

22. На чому ґрунтується виробництво концентрованих консервів і особливості виробництва варення, джему мармеладу, желе, пастили, цукатів?

23. Які способи сушіння плодів, овочів, пюре, соків?

24. Чи існує принципова різниця між квашенням капусти, огірків, помідорів, мочінням та в чому відмінність продуктів?

25. Які переваги швидкого заморожування овочів, плодів, ягід?

26. У чому відмінність плодово-ягідних вин?

27. Що таке установка сусла в плодово-ягідному виробництві?

28. У яких межах можуть бути відходи і як можна їх зменшити?

29. Особливості одержання насіння з плодів зерняткових культур.

30. Як сушать вичавки яблук і як одержують з них пектин?

31. Яка технологія одержання порошку і напоїв з вичавок?

32. Як утилізують кісточки для наступної переробки?

33. Технологія одержання харчових природних барвників.

РОЗДІЛ IX

ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКА ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

9.1. Особливості хімічного складу коренів цукрових буряків

Першою цукроносною рослиною, з якої почалося видобування цукру (цукрозу), була цукрова тростина. Ця культура була відома в Індії та Китаї ще у 2-му тис. до н. є. Виробляти цукор з тростини вперше почали, мабуть, в Індії. Звідти цукрова тростина розповсюдилась в Єгипет. Завдяки торгівни зв'язкам, а також під час воєн Олександра Македонського (336–323 рр. до н. є) цукрова тростина розповсюдилась у Сирії, Месопотамії, на півдні Європи і в Середній Азії. Незабаром після відкриття Америки цукрова тростина була завезена на острови Санто-Домінго, Кубу, Гаїті. З неї як в Америці, так і в Британських колоніях, почали отримувати в значній кількості так званий цукор-сирець.

Кристалічний цукор став відомий на Русі ще в XVI ст. У зв'язку зі збільшенням виробництва цукру споживання його в Європі помітно збільшилося в XVI–XVII ст. Ціни на цукор в той час були надзвичайно високі. Тому цукор був доступний лише для вищої знаті і вживався головним чином у медицині.

Виробництво цукру-сирцю з тростини полягало в наступному: цукрову тростину подрібнювали, сік віджимали на вальцях, потім його нагрівали і обробляли вапном. Надлишок вапна осаждали золою (поташ), сік фільтрували, випаровували, розливали у бочки, щоб сироп закристалізувався. Для видалення маточного розчину в бочках просвердлювали отвори, патока витікала (її використовували для виробництва рому), а цукор-сирець залишався у бочках. Отвори закривали і цукор-сирець у бочках вивозили в Європу. Темний цукор-сирець був дуже низької якості: його

необхідно було рафінувати. Тому в Європі в місцях споживання цукру почали будувати рафінадні заводи.

При Петрові І після заснування Петербурга Росія почала вести широку морську торгівлю. У числі товарів, що ввозилися був і цукор-сирець. Для його очищення у Петербурзі в 1719 р. купцем Павлом Вістовим був побудований перший у Росії цукровий завод. Технологія виробництва полягала в розчиненні цукру-сирцю, очищенні сиропу вапном та бичачою кров'ю, фільтрації, уварюванні та кристалізації в головних формах.

Наявність цукрози у буряці була виявлена Маркграфом (Німеччина, 1747 р.) та Біндгеймом (Росія, 1792 р.). На виробничу основу отримання цукру з буряку було поставлене Я.С. Єсиповим (1801р.)

Цукрові буряки є основною сировиною для виробництва цукру в Україні. Цьому сприяють кліматичні умови зони помірного клімату та багаті чорноземи. За хімічним складом соковитий коренеплід цукрових буряків складається із 75 % води і 25 % сухих речовин. Середній хімічний склад коренів цукрових буряків представлений на рис. 56.

Головна складова частина сухих речовин дисахарид – сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Її вміст у свіжозібраному цукровому буряку становить 16–20 %. У різних частинах коренеплоду міститься неоднакова її кількість. Це пояснюється неоднаковими фізіологічними функціями, які виконують різні частини коренеплоду. У вертикальному напрямку максимальна кількість цукру міститься в середній частині (18–19 %) і особливо на межі саме кореня і шийки (19–20 %). Менше цукру в головці (14–12 %) і хвостикові буряка (15 %). У горизонтальному напрямку (поперечний розріз) найменший вміст цукру у центрі і частинах, що прилягають до покривних тканин. Водні розчини сахарози обертають площину поляризації вправо. Ця особливість сахарози використовується для кількісного визначення вмісту її в розчинах за допомогою поляриметра.

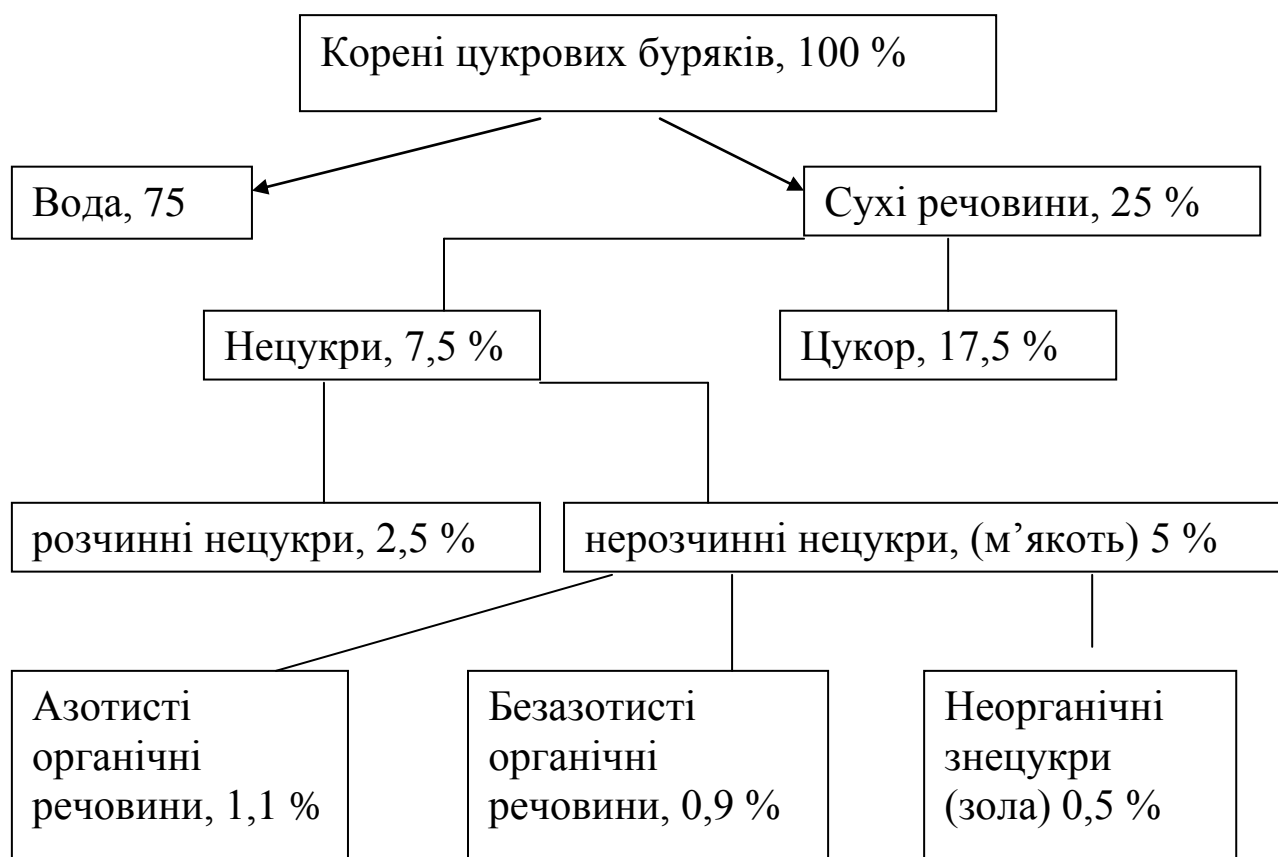


Рис. 56. Хімічний склад коренів цукрових буряків

Під дією ферментів та органічних кислот сахароза в водних розчинах гідролізується і розкладається до моносахаридів – глюкози і фруктози. Цей процес називають *інверсією*, а одержуваний продукт інвертним цукром. Чим вища температура і концентрація водневих іонів, тим інтенсивніше відбувається інверсія. У свіжих, здорових коренеплодах моносахариди становлять усього 0,04–0,1,0 %. При виробництві підвищений вміст цих речовин у буряках утруднює кристалізацію сахарози (моносахариди не кристалізуються) і тому збільшуються втрати цукру внаслідок переходу їх в мелясу. На зміну вмісту інвертного цукру істотно впливають умови зберігання цукрових буряків. Висока температура, ураження мікроорганізмами, заморожування і розморожування, різка зміна температури в кагатах сприяють інверсії сахарози.

Нецукри буряку в виробництві ведуть себе порізно. Нерозчинні нецукри – целюлоза, геміцелюлоза, більша частина білків, пектинові речовини – видаляються з жомом і на технологію цукру не впливають. Розчинні в соку нецукри негативно впливають на технологічні процеси і сприяють збільшенню вмісту сахарози в мелясі. Але половина всіх нерозчинних речовин (м'якуша), або 2,4–2,5 % від маси коренеплоду, припадає на пектинові речовини, які досить нестійкі. Пектинові речовини – це декілька груп високомолекулярних сполук вуглеводної природи. Їх молекулярна маса значно нижча, ніж целюлози і геміцелюлози. Розрізняють протопектин, пектин, пектову кислоту і її солі – пектати.

Протопектини – ланцюжки метильованих полігалактуранових кислот, зв'язаних різними способами з целюлозою, галактанами, арабанами та ін. Протопектини нерозчинні у воді, але легко гідролізуються до пектинів під дією ферментів, кислот, підвищеної температури. Зв'язки всередині пектинів можуть бути різними, але головне значення мають кальцієві містки. Виявлено, що після вилучення кальцію з цих речовин, вони стають здатними розчинятися у воді.

Пектини – це метильована полігалактуранова (пектова) кислота, яка розчинна у воді. Під впливом лугів або ферменту пектинестерази від пектину легко відщеплюються метильні групи з утворенням метилового спирту і пектової кислоти. А далі під дією фермента полігалактуранози полігалактуранова кислота розкладається на окремі молекули галактуранової кислоти. Галактуранова кислота в умовах лужного середовища переходить із стану золю в гель. При цьому відбувається здрагливання. Драглистий осад утруднює фільтрування бурякового соку.

Особливо небажані явища спостерігаються при переробці буряків, уражених грибковими захворюваннями. У цьому разі ферменти, що виділяють мікроорганізми, гідролізують протопектин, збільшуючи вміст розчинного пектину. При переробці підгнилих буряків у процесі дифузії добувають значні кількості пектинових речовин, які переходять у сік, що різко знижує його якість. Крім того, наявність їх у соку призводить до закупорювання пор фільтрів, що утруднює фільтрацію.

Вміст азотистих органічних речовин у цукрових буряках становить 1,1–1,2 % (азотисті речовини соку та азотисті речовини м'якуша). Основне місце серед них належить білкам (близько 0,7 %). При нагріванні соку білки коагулюють і, в основному, видаляються. До складу небілкових азотистих речовин входять амідни та аміачні сполуки (0,15 %) та ін. У бурякоцукровому виробництві частина азотистих речовин (амінокислотний і нітратний азот та органічні основи, головним чином бетаїн) вважається шкідливою. Від цих форм азотистих речовин у процесі виробництва сік звільнити не можна. Тому вони проходять з цукром до останніх операцій технологічного процесу, потрапляють у мелясу і збільшують втрати цукру.

Загальна кількість шкідливих (які не видаляються) азотистих речовин становить у коренеплодах 0,4 %, або 1/3 частину загального їх вмісту. Вміст шкідливого азоту в соку може значно змінюватись залежно від умов вегетації і зберігання цукрових буряків. Так, в умовах посушливого вегетаційного періоду вміст шкідливого азоту у буряках підвищується і доброякісність соку зменшується. Надлишкове удобрення азотними добривами, у разі нестачі фосфорного живлення сприяє нагромадженню в коренеплодах шкідливого азоту. У пошкоджених та уражених мікроорганізмами коренеплодах вміст шкідливого азоту різко підвищується. Особливо помітні зміни в складі азотистих речовин спостерігаються в заморожених, а потім розморожених буряках. У такому разі

кількість білкового азоту зменшується на 40–50 % від початкового і, відповідно, збільшується вміст шкідливого азоту. Більш інтенсивно азот нагромаджується у весняний період.

Якість буряків характеризується також вмістом у них неорганічних нецукрів – золи (0,5 %). Спостереження показали, що чим більше цукру в буряках, тим менше в них золи. Наявність її також є однією з головних причин переходу цукру в мелясу. Одна частина золи зв'язує п'ять частин цукру.

9.2. Технологічні вимоги до цукрових буряків

Цукрові буряки збирають бурякозбиральними комбайнами, уникаючи механічних пошкоджень коренеплодів. За фізичним станом коренеплоди не повинні втрачати тургор. В масі допускається (% не більше): цвітушних – 1; підв'ялених – 5; сильно механічно ушкоджених – 12; зеленої маси – 3. В партіях буряку не допускається наявність коренеплодів в'ялих або тих, що підсохли без відновлення тургору (муміфіковані), загнилі, підморожені із скловидними відшаруваннями, почорнілими тканинами. Партія буряку з коренеплодами цвітушними, в'ялими, з сильними механічними пошкодженнями в кількості, що перевищує норми вказані в стандарті, а також буряк підморожений, але не почорнілий, приймають як некондиційний. Оплату за такий буряк ведуть за нижчими цінами. Ознаки, за якими визначаються в'ялі, механічно пошкоджені і загнилі коренеплоди, вказані у стандартах.

Обов'язково встановлюють загальну забрудненість і цукристість буряків. Для цього відбирають проби від кожної десятої (п'ятої) партії масою не менше 12 кг. Для відбору проб використовують механічні пробовідбірники. На автоматизованих лініях спочатку пробу піддають визначенню загальної забрудненості, а потім – цукристості. До загальної забрудненості відносять землю, гичку, черешки листків, бокові корінці і хвостики діаметром менше 1 см, паростки, соломку, бур'яни й інші органічні і мінеральні домішки. Залікову

масу встановлюють за різницею між фактичною масою і відсотком загальної забрудненості.

Визначення вмісту цукру проводять на автоматизованих лініях. Вміст цукру порівнюють з базисною цукристістю, яку визначають як середнє арифметичне при прийомці за попередні п'ять років. За вищу цукристість виробникам доплачують в ціні, за нижчу – роблять знижки.

Поряд з наведеними технічними показниками, якість коренеплодів оцінюють за такими важливими ознаками, як вміст цукру (так звана дигестія) і вміст сухих речовин в соку. Загальний вміст сухих речовин (СР) в соку визначають за допомогою рефрактометра, або ареометра, а сахарози (Сх) – поляриметричним методом. За різницею знаходять кількість нецукрів (Нц):

$$CP = Cx + Hц \text{ або } Hц = CP - Cx$$

Якість клітинного соку буряку і всіх проміжних продуктів бурякового виробництва характеризують показником його доброякісності (Дб). Під доброякісністю соку розуміють вміст в ньому сахарози, розрахований до маси сухих речовин (у відсотках):

$$Дб = \frac{Cx \times 100}{Cp}$$

Наприклад, доброякісність соку 86 означає, що в 100 частинах сухої речовини такого соку міститься 86 частин сахарози і 14 частин нецукрів. Розчин чистої сахарози, в якому вміст її рівнозначний вмісту сухих речовин ($Cx = Cp$) має доброякісність 100. Чим більше нецукрів у соку, тим нижча його доброякісність. Показник доброякісності залежно від умов вирощування і зберігання цукрових буряків коливається від 80 до 90.

9.3. Фактори, що впливають на лежкість цукрових буряків

Теорія зберігання цукрових буряків ґрунтується на особливостях їх хімічного складу і біохімічних процесах, що

відбуваються в коренеплодах після збирання. Протягом зберігання в них продовжуються життєві процеси. З'ясування особливостей біохімічних, фізіологічних і мікробіологічних процесів в коренеплодах, визначення факторів, що зумовлюють їх спрямованість і швидкість є важливим завданням під час створення оптимальних умов зберігання цукрових буряків.

Дихання коренеплодів під час зберігання. Після відокремлення листків при збиранні, пластичні речовини в коренеплодах не поповнюються. У той же час процеси розпаду цукру не припиняються. Серед процесів, що відбуваються в коренеплодах, які зберігаються, виключно важлива роль як за біологічним значенням, так і за величиною втрат цукру, належить диханню. Під дією ферменту інвертази проходить безперервний розклад сахарози до глюкози і фруктози за загальним рівнянням аеробного або анаеробного дихання. Інтенсивність дихання коренеплодів залежить від температури, відносної вологості повітря, газового складу середовища в кагаті, фізичного стану: ступеня в'янення і підморожування, ступеня зрілості, розміру кореня, наявності домішок, висоти зрізання головки, пошкоджень і т. ін.

Свіжозібраний буряк дихає у два–три рази інтенсивніше. Стабільність процесу дихання настає через два–три тижні. При підвищенні температури буряків на 10°C, інтенсивність підвищується у 2–3,5 рази, втрати цукру відповідно збільшуються в 2,5–3 рази. Середньодобові витрати цукру внаслідок дихання значні. При температурі зберігання близько 10°C вони дорівнюють 0,012 %. За період зберігання втрачається 1,8 % цукру від маси буряків, або 0 % усього цукру, який міститься в коренеплодах. Із зниженням температури зберігання до 0°C втрати цукру зменшуються в три рази.

Мінімальні втрати сахарози досягаються при зберіганні буряків за температури 1...2°C. Інтенсивність дихання механічно пошкоджених коренеплодів підвищується у два–три рази порівняно із здоровими. У великих коренеплодів з менш видаленою площею

поверхні головки інтенсивність дихання нижча, ніж у мілких з високим зрізом головки. Дозрілі коренеплоди дихають менш інтенсивно, ніж недозрілі. З розвитком мікрофлори інтенсивність дихання різко зростає. За достатнього доступу кисню до коренеплодів забезпечується аеробне дихання. Але за нестачі кисню в міжкоренеплодних просторах відбувається анаеробний процес, за якого збільшуються втрати цукру.

В'янення. Замість безперервного надходження води до коренеплодів, що відбувалось в період їх росту і розвитку, спостерігаються втрати її, які спричинюють підв'ялювання буряків. А це, у свою чергу, призводить до посилення дихання, а отже втрат цукру. Випаровування вологи веде до порушення тургору кореня. Прямим наслідком втрати клітинної води є коагуляція колоїдів. Тобто руйнування структури протоплазми, за якої знижується опірність коренеплодів бактеріальним захворюванням і посилюється гідролітична діяльність ферментів. Це пов'язано з порушенням стабільного стану ферментів і активізацією їх діяльності.

Тривале в'янення може призвести до виникнення незворотних процесів у клітинах і їх відмирання. Величина втрати вологи коренеплодів залежить від температури зовнішнього повітря, його відносної вологості, якості укриття, ступеня зрілості і розміру коренеплодів. Ступінь підв'ялювання істотно впливає на величину втрат цукру і стійкість коренеплодів проти захворювань (табл. 34).

Активність інвертази у коренеплодах, які втратили 15 %, збільшується в п'ять–шість разів в порівнянні із свіжими. Середньодобові витрати цукру на дихання у в'ялих буряків майже в чотири рази більші, ніж у свіжих. Необхідно враховувати, що чим вищий ступінь в'янення коренеплодів, які закладені на зберігання, тим більші втрати сахарози і нижча доброякісність соку після зберігання.

Вплив ступеня підв'ялювання буряків на зміну їхньої якості

Ступінь в'янення буряків, %	Після 60 діб зберігання	
	втрати цукру, %	кількість коренів уражених гниллю, %
Свіжі	1,25	—
Зів'ялі на: 7	3,43	37,2
13	6,14	55,1
17	7,13	65,8

Проростання. Коренеплоди цукрових буряків – це вегетативні об'єкти, які мають виражений стан неглибокого (вимушеного) спокою. За відповідних умов вони досить швидко виходять із стану спокою. Проростання коренеплодів негативно впливає на вміст цукру. Чим вища інтенсивність проростання, тим більші втрати цукру у буряка. Так, при збільшенні маси паростків до 5 % від маси буряків втрати сахарози збільшуються до 1,6 %. В кагатах коренеплоди проростають нерівномірно: у верхній частині їх у два рази більше, ніж у бокових сторонах і в чотири рази більше, ніж у нижній частині. Хімічний склад таких буряків відрізняється зниженим вмістом цукрів, підвищеним вмістом інвертних цукрів і шкідливого азоту, порушеним співвідношенням калію і натрію. Вихід цукру з таких коренеплодів на 0,8–1 % нижчий. Найбільше схильні до проростання недозрілі коренеплоди, зібрані комбайнами, без доочистки. Інтенсивно проростають коренеплоди в невентильованих кагатах у верхній частині. Найкращим способом боротьби з проростанням є видалення верхівки головки коренеплоду. Обробка коренеплодів перед закладанням в кагат 1 % розчином натрієвої солі гідрозиду малеїнової кислоти (ГМК) і

розчином сульфату натрію зменшує інтенсивність проростання в 1,5–2 рази.

Дія мікроорганізмів. При дотриманні оптимальної температури і відносної вологості повітря в кагатах, здорові коренеплоди чинять опір розвитку мікроорганізмам (тобто мають природний імунітет). Здорові живі клітини виділяють особливі речовини фітонциди, які згубно діють на мікроорганізми різних видів (бактерій, грибів, вірусів та ін.).

В першу чергу мікроорганізми розвиваються на клітинах неживих (пошкоджених, підморожених і зів'ялих). Потім уражають живі, але ослаблені клітини. А тому одна з основних умов попередження сировини від псування є її цілісність, а також захист від підморожування і в'янення. При невеликих порушеннях поверхні коренеплоду клітини паренхімної тканини утворюють речовини (хлорогенову кислоту, фітоалексини), що пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів. При цьому одночасно підсихають пошкоджені і непошкоджені клітини. Процес супроводжується суберинізацією і клітин раневої зони. Рани загоюються. Причому ці процеси активно відбуваються у головці кореня і гірше у хвостовій частині. В коренеплодах з відірваними хвостиками втрати сахарози становлять 3,6 %, з відбитими головками – 5,3 %, в кусках коренеплодів – 6,9 %, у той час як в непошкоджених – 2,6 %. На дуже механічно травмованих коренеплодах не встигають загоїтись рани із-за швидкого розвитку (за сприятливих умов) мікроорганізмів.

Восени найчастіше спостерігаються грибкові захворювання. Цьому сприяє висока вологість повітря за досить високої його температури. Одним із найбільш активних і поширених збудників кагатної гнилі при зберіганні буряків є гриб *Botrytis cinerea*. Небезпечним збудником цього захворювання є також гриб *Phoma betae*.

Щоб попередити розвиток мікробіологічних процесів, а отже, зменшити втрати цукру при зберіганні цукрових буряків, необхідно

запобігати: значних механічних пошкоджень; в'янення; не допускати підморожування і швидкого відтанення; знижувати температуру зберігання до оптимальної (1...2°C); своєчасно видаляти за допомогою активного вентилявання тепло, яке нагромаджується в процесі дихання, видаляти надмірну поверхневу (краплинну) вологу; старанно сортувати буряки для видалення уражених або пошкоджених з маси здорових коренеплодів, які закладаються на тривале зберігання; видаляти домішки (бур'яни, гичку); створювати лужну реакцію середовища обробкою коренів вапном.

Для пригнічення розвитку мікрофлори коренеплоди перед закладанням в кагати обробляють 0,3 % розчином пірокатехіну і гідрохінону, які одночасно і затримують проростання. Треба враховувати, що обробка коренеплодів вапном пригнічує розвиток грибів і, навпаки, сприяє життєдіяльності бактерій.

Забрудненість. Під час збирання буряків з ручною доочисткою, забрудненість не перевищує 3 %, а гичка видаляється повністю з верхівки головки. При механізованому збиранні загальна забрудненість становить 8–14 %, іноді 20 % і більше. Вільні домішки легко видаляються від коренеплодів при їх перевантаженні і вкладанні в кагати. Зв'язані з коренеплодами домішки, потрапляючи в кагати, погіршують притік кисню повітря, створюючи при цьому сприятливі умови для анаеробного дихання. Наявність зеленої маси сприяє підвищенню температури всередині кагату, тому що вона дихає більш інтенсивно, ніж коренеплоди. Це часто є причиною мікробіологічного ураження і створення осередку загнивання. Про наявність в кагаті таких ділянок можна судити за підвищенням температури поблизу датчиків температури і появою на поверхні кагату мокрих плям та виділенню водяної пари. У разі виявлення такого осередку ушкоджені корені вибирають і відправляють на переробку. Замість вибраних, закладають здорові, попередньо обпилені вапном Поверхню кагату вирівнюють. Крім того, в зеленій масі є багато розчинних нецукрів. А наявність в буряку, що переробляють, 1 % зеленої маси призводить до зниження

доброякісності дифузійного соку на 0,4–0,5 % і підвищенню вмісту сахарози в мелясі на 0,2 %.

Підморожування. Підморожені коренеплоди цукрового буряку непридатні для зберігання, оскільки при розморожуванні швидко загнивають і погано переробляються. Перші приморозки часто починаються в жовтні, в період масового збирання врожаю. Протягом цього часу частина викопаних, але не вивезених буряків, лежить в полі і може піддатись підморожуванню. Коли маса вимороженої води в тканинах досягне критичної величини (45 %), відбувається руйнування протоплазми і пошкодження клітинних стінок. Температура замерзання бурякової тканини залежить від вмісту сухих речовин і тривалості періоду від збирання до пошкодження низькими температурами. Так, якщо вміст сухих речовин в буряках 20–23 %, температура замерзання $-2,2... -2,5^{\circ}\text{C}$, а якщо вміст сухих речовин 27–30 %, температура замерзання $-3,0... -3,3^{\circ}\text{C}$. В тканинах свіжозібраних коренеплодів температура замерзання невелика $-1,2...2,0^{\circ}\text{C}$. Після нетривалою зберігання, коли коренеплоди пристосовуються до нових умов, температура замерзання знижується до $-2,5...-3,0^{\circ}\text{C}$. Цукрові буряки охолоджуються дуже швидко. При температурі -6°C за 2 год промерзає близько $1/3$ маси і в лід перетворюється до 60 % води. Цю властивість використовують для зберігання буряків в замороженому стані. Але в умовах України цей спосіб не практикують. Для попередження підморожування цукрових буряків рекомендується строго дотримуватись графіка викопування і вивезення їх на приймальні пункти, а викопані, але не вивезені коренеплоди вкривають.

9.4. Зберігання цукрових буряків у кагатах

Основна маса цукрових буряків зберігається на кагатних полях цукрових заводів. Розміри поля залежать від кількості буряків і висоти кагатів. У середньому на 1 га площі закладають 5–6 тис. т. А

з допомогою буртоукладачів і формування кагатів висотою 5–6 м і більше на 1 га кагатного поля вкладають 15–21 тис. т.

Кагатне поле готують завчасно. Відведену під нього ділянку вирівнюють грейдером, ретельно видаляють всі рослинні рештки, каміння та ін. Після цього ділянку коткують важкими котками і дезінфікують вапном (2 т / га). За два–три дні до закладання буряків поле розбивають під кагати. Ширина проїзду між довгими сторонами кагату 10 м, торцевими – 6 м. Для зменшення впливу прямих сонячних променів кагати за довжиною формують з півдня на північ.

Цукрові буряки, призначені для тривалого зберігання, закладають звичайно після 1 жовтня. До цього часу температура повітря в основних бурякосіючих районах відносно висока, що спричиняє інтенсивне дихання закладених на зберігання коренів буряків.

В кагати для тривалого зберігання і переробки сировини і сезону закладають свіжі дозрілі здорові буряки, з наявністю зеленої маси не більше 3 %, цвітушних коренеплодів – не більше 1 %, за відсутності в'ялих і мінімальної кількості коренеплодів із сильними механічними пошкодженнями. Це кондиційні буряки I категорії.

Для середніх строків зберігання (приблизно 2 міс.) закладають в кагати свіжі, здорові, не підморожені буряки, з наявністю зеленої маси не більше 3 %, цвітушних коренеплодів – не більше 5 %, з сильними механічними пошкодженнями – не більше 12 %. Це кондиційні буряки II категорії.

Цукрові буряки ранніх строків збирання (до 20–25 вересня), а також більш пізніх строків збирання, які не відповідають вимогам стандарту (некондиційні), відносять до III категорії. Такі буряки потребують першочергової переробки.

Цукрові буряки для тривалого зберігання вкладають у кагати шириною біля основи 18–25 м, висотою 5–6 м і більше. Цукрові буряки середнього строку зберігання – відповідно 12–16 м і 3–4 м. Буряки некондиційні для короткотермінового зберігання

вкладають у кагати менших розмірів: ширина біля основи – 8–12 м, висота – 2–3 м. Довжина кагатів встановлюється в залежності від розмірів ділянки, розміщення доріг, вентиляції тощо і може бути 60–120 м.

У поперечному розрізі кагат має верхню площадку (рис. 57). Верх кагатів утворює гребінь підйому до середньої повздовжньої лінії (5–8 см на 1 м ширини кагату). Кут нахилу бокових сторін кагату приблизно 40°.

Поверхню сформованих кагатів декілька разів обприскують вапном (0,2 кг або 5 л розчину на 1 м²) до утворення стійкого білого покриття. Це сприяє відбиттю сонячних променів, покращанню параметрів середовища і зменшенню в'янення коренеплодів.

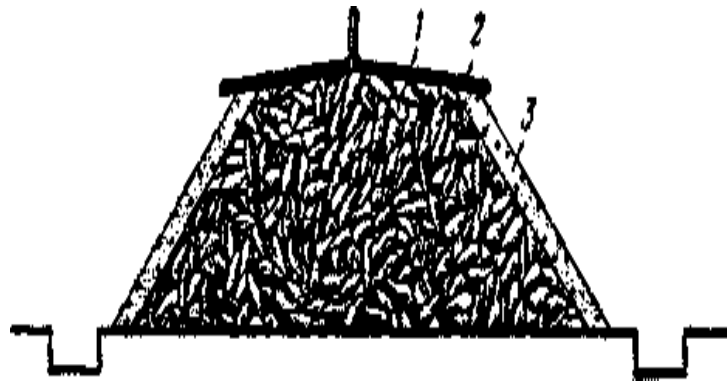


Рис. 56 Поперечний розріз бурякового кагату:

1– буряки; 2–мати; 3–земля.

Повітря в кагати подають центробіжними вентиляторами через заслінки вентиляційних каналів. Примусове вентилявання кагатів слід проводити зволженим повітрям, особливо на початку зберігання, коли спостерігається інтенсивне дихання. Середньодобові втрати буряків при зберіганні в кагатах, вентиляваних вологим повітрям, приблизно в п'ять разів нижчі, ніж в кагатах, що вентилюють незволженим повітрям. Система вентиляції вмикається тоді, коли температура зовнішнього повітря не менш ніж на 3°C нижча, ніж температура повітря в кагаті, а відносна вологість повітря не нижча 80 %. У противному разі на лопаті вентилятора через форсунки подають воду 40–50 кг/год. Залежно від районів вирощування і

зберігання буряків, питома подача повітря при активному вентиляванні – 40–50 м³/год на т. Кагати із буряками в'ялими, пошкодженими хворобами і кагатною гниллю вентилявати не можна.

Умови зберігання цукрових буряків. Якість буряків в кагатах залежить не тільки від їхньої вихідної якості (стану), а і від умов зберігання. Оптимальні умови зберігання цукрових буряків: температура 1...2°C, відносна вологість повітря 93–95 %, вміст CO₂ – 0,18–0,20 %.

Цукровий буряк дуже чутливий до різкої зміни температури навколишнього середовища, сильних вітрів, яскравих дощів, сонячної радіації.

Для захисту буряків від впливу зовнішнього середовища, створення та підтримування оптимальних умов зберігання проводять цілий ряд заходів.

1. У кагатах застосовують примусове вентилявання. Для цього застосовують дві схеми: поперечну і повздовжню. Поперечна схема забезпечує рівномірний розподіл повітря через отвори повітропроводу в кагатах необмеженої довжини, дає можливість вентилявати окремі ділянки. Повітропроводи можна заглиблювати в землю або розміщувати на поверхні. За поперечної схеми вентилявання, повітропроводи розміщують один від одного на відстані 1,4–1,6 висоти кагату.

Для невеликих кагатів шириною 15–20 м і довжиною не більше 50 м застосовують повздовжню схему вентилявання. При цьому повітропроводи розміщені паралельно осі кагатів. Це можуть бути жолоби гідротранспортерів.

2. Для зменшення нагрівання коренеплодів сонячними променями та для попередження їх в'янення, в суху теплу погоду дороги і міжкагатні проміжки, а також суміжні ділянки кагатного поля що поруч, регулярно поливають водою. При цьому створюється сприятливий штучний мікроклімат і безпилловий режим зберігання.

Бокові поверхні кагатів періодично обприскують водою (не більше 0,7 л / м² за 1 год). Але так, щоб всередину не потрапляла вода, що може сприяти посиленню життєдіяльності мікроорганізмів. Для поновлення вапняного шару зволоження поверхні кагатів водою чергують з обробкою вапняним молоком.

3. Для попередження підморожування буряки середнього і тривалого строків зберігання, з настанням стійкого похолодання та зниженням температури всередині кагату до 0 °С, вкривають землею шаром 25 см. Якщо температура навколишнього середовища продовжує знижуватися, роблять друге укриття, доводять шар землі до 50 см. Між шарами землі рекомендують класти шар соломи 4–5 см. Іноді бокові поверхні кагатів вкривають теплоізоляційними матеріалами біля основи. Для природної вентиляції через 3–4 м залишають відкриті ділянки, а перед настанням сильних морозів ділянки закривають щитами. Як укриттєвий матеріал застосовують солом'яні й очеретяні мати.

Перспективним є використання більш легких матеріалів. Наприклад, покриття із поролону, пінопласту, рулонних панелей, які складаються із поліетиленової плівки-панчохи і теплоізоляційних вкладок (кострольняна рогожка з відходів льняної промисловості, що являє собою неткане волокно товщиною 5–6 мм або хвилястий картон, скловолокно). Термін використання таких укриттів – чотири роки. Іноді застосовують поліетиленову плівку високого тиску, яка розсіює прямі сонячні промені. Але кагати вкривають плівкою тільки з навітряного боку і закріплюють з допомогою дерев'яних кілків і брусків. За сильного вітру поверх плівки вкладають старі автомобільні шини.

4. Температуру буряків в кагатах контролюють дистанційно датчиками або термометрами в дерев'яній оправі, як і в буртах. При висоті кагату 4 м датчики закладають на глибину 2 м. При висоті кагату вище 4 м одну половину датчиків закладають на глибину 2 м, на 300 т буряків встановлюють один термометр, але не менше трьох на кагат. Температуру в кагатах вимірюють один раз

на добу з 8 до 10 год, а температуру зовнішнього повітря – чотири рази на добу – 0, 6, 12, 18 год. Підвищення температури в кагаті, не пов'язане з підвищенням зовнішнього повітря, свідчить про виникнення осередку самозігрівання і про можливість ураження буряків поблизу термометра. Для своєчасного виявлення осередків пошкодження буряки в кагатах необхідно щодня оглядати. Про наявність пошкоджених ділянок свідчать мокрі плями на поверхні і виділення водяної пари (особливо вранці за низьких температур зовнішнього середовища). Грунтуючись на показниках термометрів, а також на результатах щоденного огляду, встановлюють місця осередків пошкоджених буряків і приймають заходи до ліквідації. При невеликому пошкодженні коренеплоди вибирають, сортують і відправляють на переробку. На місце вибраних закладають здорові, оброблені вапном-пушонкою, а поверхню кагату ретельно вирівнюють і вкривають. Якщо пошкодження обширне і займає значну ділянку, кагат в цьому місці розкривають, пошкоджений буряк вибирають грейферними кранами. Гнилі буряки відсортовують і видаляють, інші відправляють на переробку.

9.5. Короткотермінове зберігання цукрових буряків у полі

Прогресивні способи механізованого збирання цукрових буряків передбачають вивезення їх з поля відразу після збирання в стислі і оптимальні строки. Це дає змогу транспортувати на заводи свіжий нев'ялий буряк, що так важливо для подальшого зберігання і переробки. Проте на практиці не завжди вдається досягнути цього через погані погодні умови, недостатню кількість автотранспорту і ряду інших причин. У таких випадках утворюються розриви між збиранням і вивезенням сировини. Частина буряків залишається лежати протягом деякого часу у полі. Залишати буряки в полі, навіть протягом короткого терміну, в мілких купках або в валках недопустимо, бо це призводить до великих втрат їх маси і цукру, а також знижує інші технологічні властивості. Досвід свідчить, що якщо залишити

буряки в польових купах, втрати маси за п'ять діб досягають 10–15 % , за 10 діб – до 25 %. Середні втрати цукру за добу досягають 0,18 % від маси. Особливо небезпечне накопичення в полі невивезених буряків ранніх строків збирання. Це призводить до недоодержання бурякової маси і цукру, погіршення технологічних властивостей і утруднення під час переробки.

Щоб уникнути втрат урожаю і зниження якості сировини, слід організувати короткотермінове зберігання цукрових буряків у польових кагатах близько біля доріг. Ділянки, на яких облаштовують польові кагати, повинні бути рівними, з невеликим схилом для стікання води. Їх очищають від рослинних решток, утрамбовують і обробляють гашеним вапном-пушонкою з розрахунку 200 г на 1 м².

У польові кагати закладають кондиційні буряки. Орієнтовні розміри кагатів такі: ширина біля основи 6 м, висота 1,5–1,75 м, ширина верхньої площадки 2,5–3 м, довжина не менше 10 м. У міру формування кагату, їх бічні сторони укривають вологою землею: спочатку шаром 15 см, а потім із зниженням температури повітря, товщину шару збільшують до 40–50 см. Зверху кагат вкривають солом'яними або очеретяними матами.

У разі нестачі матеріалів для укриття, допускається укладання буряків у трикутні кагати таких розмірів: ширина біля основи – 3–4 м, висота – 1,5–1,75 м і ширина верхньої площадки 0,25 м. Такого типу кагати суцільно вкривають тоншим шаром землі. Гребінь кагату вкривають шаром землі тоншим, ніж біля основи.

9.6. Особливості зберігання маточників цукрових буряків

Найпоширеніший спосіб зберігання маточників цукрових буряків – у траншеях. Розміри траншей: ширина – 0,8–1,0 м, глибина – 0,6–0,9 м, довжина – 20 м і більше. Через кожні 5 м довжини траншеї роблять земляні перегородки товщиною 20–30 см, що обмежує поширення загнивання коренів. Під час закладання буряки

перешаровують землею (2–3 см). Завантажують траншеї не до кінця, верхній шар нижче рівня землі на 15–20 см. Зразу ж після закладання коренів, траншеї закривають дрібногрудочкуватою і вологою землею шаром 30 см. А при зниженні температури в траншеї до 2°C її додатково укривають землею. Товщина укриття, залежить від погодних умов і району вирощування, становить 80–120 см. Оптимальна температура зберігання маточників буряків становить 3...4°C. За більш високих температур посилюється проростання коренів, знижується врожай насіння і значно збільшується кількість "упертюхів" (рослин, які не дають насіння).

У південних районах і районах з високим стоянням ґрунтових вод можна рекомендувати спосіб зберігання маточників буряків у заглиблених або наземних буртах невеликих розмірів, подібних до буртів, які застосовують при зберіганні картоплі та капусти. Орієнтовно розміри буртів такі: ширина – 1,2 м; висота – 0,7–1,0 м; довжина – 20 м. У заглиблених буртах котлован риють на глибину 0,3 м.

Протягом зберігання буряків систематично контролюють температуру за допомогою буртових термометрів. Періодично відбирають проби для аналізу і контролю за станом буряків.

Маточники цукрових буряків зберігають і в стаціонарних сховищах в контейнерах або насипом. Застосування активного вентилявання дозволяє підтримувати оптимальні температуру і відносну вологість повітря.

9.7. Особливості зберігання цукрових буряків фуражного призначення

Деякі з вимог, яких дотримуються при зберіганні буряків як сировини для виробництва цукру, не поширюються на буряки, що використовують на корм худобі.

Гідроліз білкового і нагромадження розчинного азоту, перетворення сахарози на глюкозу і фруктозу, частковий перехід геміцелюлози, пектинових речовин у розчинний стан, підвищують

кормову якість і позитивно впливають на засвоюваність буряків тваринами. Під час зберігання буряків дотримуються таких умов зберігання, як і для картоплі та коренеплодів за температури 1... 3 °C .

Кращий спосіб зберігання буряків на корм худобі – траншейний. Траншеї риють шириною – 1,0–1,2 м, глибиною – 0,7–1,1 м, довільної довжини. Через кожні 10 м довжини роблять земляні перегородки завтовшки 25 см. Поверхня укладених у траншею коренів повинна бути нижча рівня ґрунту на 5–7 см. Коренеплоди негайно вкривають дрібногрудочкуватою землею шаром 30–40 см, а при настанні стійкого похолодання товщину укриття збільшують до 70–80 см.

У місцях, де ґрунтові води підходять близько до поверхні ґрунту, буряки зберігають у заглиблених або наземних буртах. Розміри буртів: ширина – 2,0–2,5 м; глибина котловану 0,4–0,6 м; висота – 1,7–1,8 м; довжина 15–20 м. Бурти обладнують припливно-витяжною вентиляцією. У дні котловану роблять канавку завширшки і завглибшки 30–40 см з виходом на 1,5–2,0 м за торцеві боки бурта. Канавку закривають дерев'яною решіткою, на яку через кожні 3–5 м встановлюють вертикальні витяжні труби з дерев'яних планок (верхня частина суцільна), що мають розміри 20 x 20 см. Труби повинні бути вищі укриття на 15–20 см.

Буряки вкладають у борт шаром заввишки 1,7–1,8 м від дна котловану. Борт з поверхні обприскують вапняним молоком і вкривають землею шаром 30–40 см. З настанням морозів, борт докривають шаром соломи 15–30 см, а поверх неї – шаром землі 20–30 см. Якщо бурти відразу вкрити соломою, а потім землею, то внаслідок випаровування вологи солома зволожується і буряки можуть зігрітися.

Підготовку ділянки і закладання коренеплодів у наземні бурти проводять так само, як у заглибленні. Замість вентиляційної канавки вздовж центральної осі бурта встановлюють дерев'яну трикутну решітчасту трубу розмірами 30 x 30 x 30 см.

Застосування активного вентилявання буртів є більш ефективним способом і при зберіганні буряків, які використовують на кормові цілі. При цьому зменшується можливість розвитку плісені і скорочуються втрати в масі сухих речовин.

Протягом усього періоду зберігання буряків систематично контролюють температуру всередині буртів і траншей.

9.8. Основи виробництва цукру-піску

Виробництво цукру-піску з цукрових буряків за своєю основою є достатньо складним фізико-хімічним процесом. Сахарозу добувають з клітин кореня дифузією, після чого завдяки хімічним і теплофізичним впливам цукор відокремлюють від нецукрів і перетворюють на чистий кристалічний продукт. Загальна схема технологічного процесу на цукровому заводі наведена (рис. 57) .

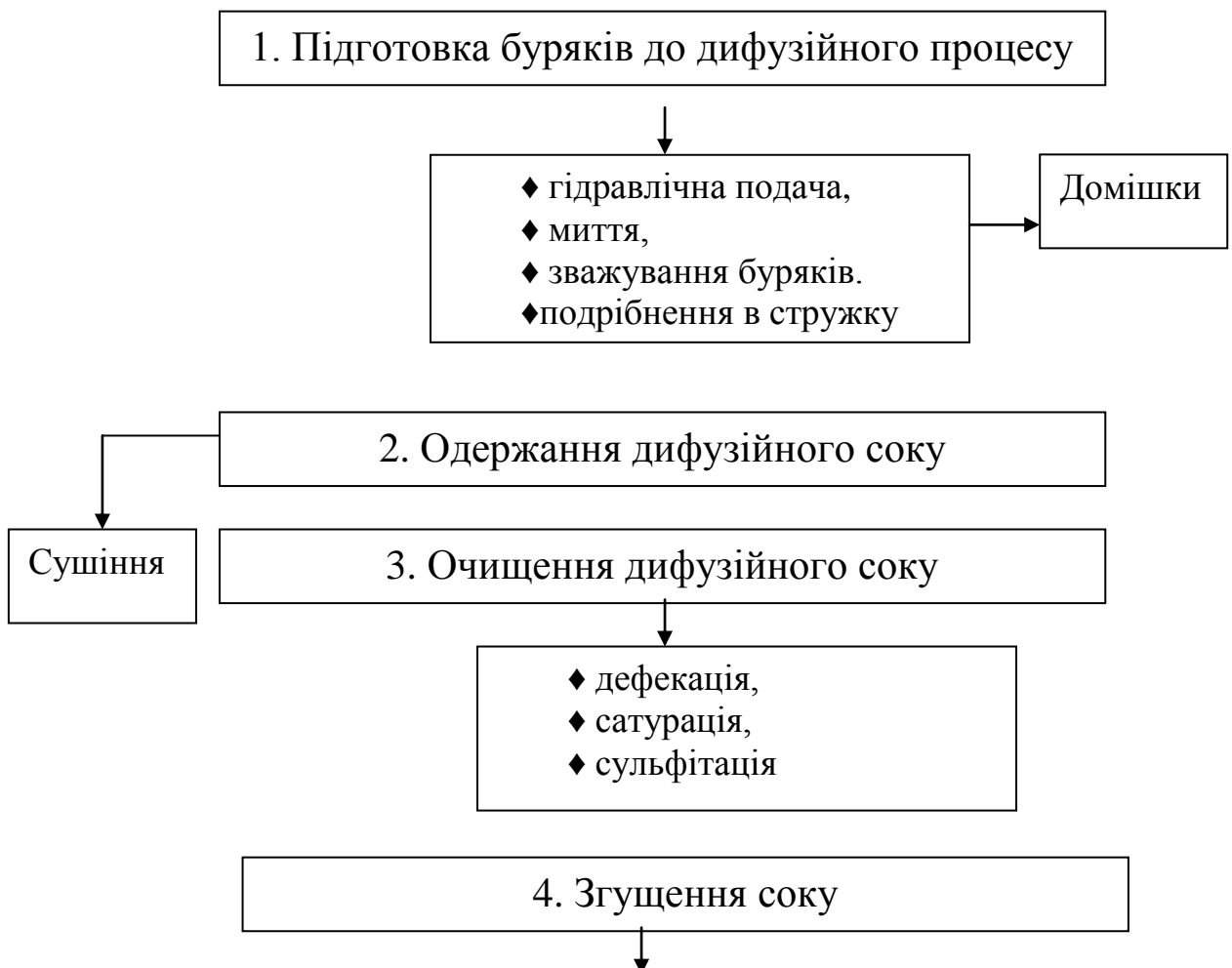




Рис. 57. Технологічна схема виробництва цукру

Накопичення буряків і доставка на завод. Для створення невеликого запасу буряків (на одну–дві доби) поблизу головного корпусу заводу споруджуються заглиблену в землю залізобетонна ємкість, яку називають бурячною. Сюди самоскидами привозять буряк. Бурячні розвантажуються струменем води, який виходить із головки гідранта під тиском 0,1–0,2 МПа. Вода змиває буряки в жолоб гідротранспортера, яким вони подаються на переробку. Замість бурячної може бути сплавний майданчик. Він призначений для приймання і передавання буряку на завод в період його збирання, а також з кагатного поля, не обладнаного гідротранспортерами. Сплавний майданчик являє собою тверде покриття з нахилом в сторону гідротранспортера, розрахований на дводобовий запас.

Для транспортування буряків із бурячної або сплавного майданчика на завод використовують гідротранспортери, які

являють собою залізобетонні лотки прямокутного перерізу із закругленими кутами і нахилом в бік заводу. Рівень потоку буряководяної маси підтримується на висоті 40–45 см від дна за рахунок швидкості потоку 1–1,5 м / с та густини буряків.

Очищення буряків від домішок і миття. Буряки, зібрані будь-якими способами, більшою чи меншою мірою забруднені землею, гичкою, рослинними і мінеральними домішками, мають багато уламків. Такі буряки не можна переробляти без очищення. Так, мінеральні домішки (пісок, камені) викликають завчасне зношення обладнання, а гичка й інші рослинні домішки знижують якість дифузійного соку і сприяють збільшенню втрат цукру. Тому буряки ретельно очищають від сторонніх домішок. Для цього використовують комплекс обладнання, який складається з гідротранспортерів, гичкосоломовловлювачів, каменепіско-вловлювачів, мийних машин. Після проходження коренів через комплекс обладнання для очистки та гідротранспортування, буряки частково відмиваються від землі. Вся бурякомийна маса потрапляє на водовідділювач де вона звільняється від транспортно-мийної води, уламків буряків, піску та мілких компонентів і потрапляє в бурякомийку. (рис. 58).

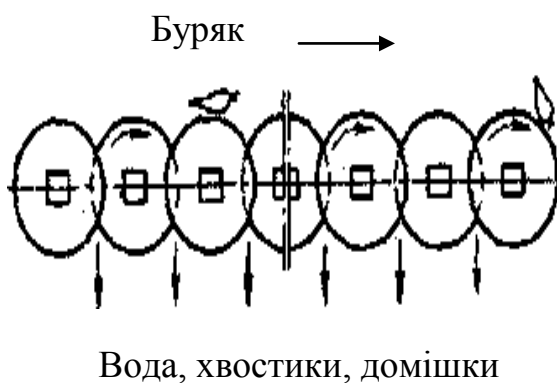


Рис. 58. Схема роботи дискового водовідділювача

Для відмивання коренеплодів від домішок, що прилипли, застосовують кулачкові мийні машини з високим або низьким рівнем стояння води і комбіновані.

У мийках з високим рівнем вода знаходиться вище кулачків і утримує спокійну поверхню, коренеплоди спокійно розподіляються

у воді, важкі домішки осідають на дно, а легкі спливають. У таких мийках вільні домішки відділяються добре, а ті, що прилипли (земля, глина) – гірше.

У мийках з низьким стоянням вода знаходиться на рівні кулачкового валу, коренеплоди переміщуються в скупченому стані і внаслідок взаємного тертя (сухе миття) легко відмиваються. Але через велику скупченість і відсутність спокійної поверхні води ефективність відділення важких і легких домішок гірша.

У комбінованій бурякомийці два мийних відділення: з високим і низькими рівнем води, що забезпечує ефективне відмивання буряків й остаточне відділення домішок (рис. 59).

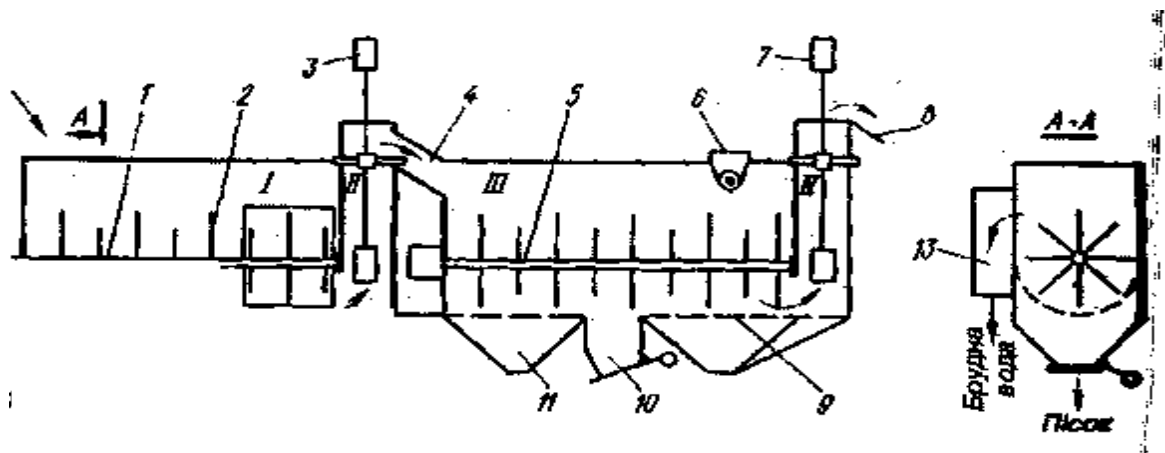


Рис. 59. Комбінована бурякомийка СМК-3М:

1,5–вал; 2–кулачки; 3,7–ковші; 4–лоток; 5–гичковловлювачі; 8–жолоб; 9,12–ситчасте дно; 10–каменевловлювачі; 11–пісковловлювачі

Із мийки коренеплоди надходять на другий водовідділювач де через форсунки споліскуються хлорованою водою і надходять в буряковий елеватор. Чистий буряк підіймається елеватором і подається на автоматичні ваги.

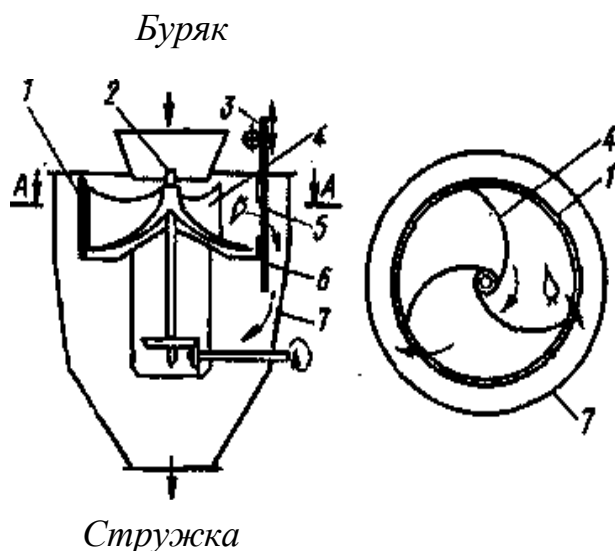
У доставлених на завод буряках є 2–3 % уламків із вмістом сахарози всього на 1–3 % нижчим, ніж в цілих. Уламки буряків містяться також і в транспортно-мийній воді. Від буряків вони відділяються на водовідділювачах і з транспортно-мийною водою

потрапляють в ротаційний хвостиковловлювач. Вловлені уламки буряків виносяться гумовими скребками ротора на сортувальний пристрій, що являє собою прогумовану стрічку з рядом мілких штирів. Уламки скочуються між штирями в мийку, а рослинні домішки, мілкі уламки підіймаються штирями вгору і складаються на транспортер, який виносить їх в жом. Відмиті великі уламки (20–50 мм) подаються насосом в елеватор для переробки разом із буряками.

Одержання бурякової стружки. Вирішальне значення при добуванні цукру має якість бурякової стружки. Вона повинна мати достатньо велику поверхню, бути міцною на розривання, згинання і зминання, добре проникною. Саме тоді дифузія сахарози відбувається повніше і швидше. Форму стружки вибирають залежно від якості буряків і типу дифузійного апарату: у вигляді жолобчастих смужок або пластинок прямокутного перерізу. Жолобчасту стружку під кутом 90° дістають завширшки 4–6 мм і завтовшки 0,7–1,0 мм, а пластинчасту – завширшки 2,5–3,0 мм і завтовшки 1,2–1,5 мм.

Якщо корені були доброї якості (пружні з добрим тургором) і бурякорізка встановлена вірно, утворюється така стружка, що 100 г її при укладанні в довжину однією лінією займає не менше 24 м. При цьому не менше 45–50 % стружки повинно бути правильної форми, а браку (товсті, короткі шматочки неправильної форми, шматочки завтовшки 0,5 мм, які погіршують проникність маси стружки і забивають ситові поверхні) не більше 3 %. Для одержання бурякової стружки застосовують, в основному, центробіжні бурякорізки (рис. 60).

Вони складаються з нерухомого вертикального циліндра, в стінках якого є 12 або 16 вирізів. У пази вирізів закладаються рами з ножами. Усередині циліндра обертається трилопатевий конічний завиток із швидкістю 100–120 об./хв. Зовні бурякорізка закрита конічним кожухом. У бурякорізці ножі нерухомі.



**Рис. 60. Центробіжна
буякорізка:**

1—нерухомий барабан;
2—вал; 3—рейкова
лебідка; 4—завиток; 5—
ножова рама; 6—глуха
рама; 7—кожух

Корені, які надходять у циліндр, підхоплюються лопатями обертового завитка. Завдяки відцентровій силі вони притискуються до ножів і ріжуться. Добута буякова стружка надходить на грабельний або стрічковий транспорт, який подає її в дифузійний апарат.

Одержання дифузійного соку. Оболонки клітин коренів проникні для цукру та інших водорозчинних речовин. Однак жива протоплазма клітин напівпроникна і майже не пропускає цукор та інші, розчинні у клітинному соку, речовини. Тому відносно максимально добути цукор дифузійним способом можна тільки після нагрівання стружки до 60°C , коли відбувається процес коагуляції білків протоплазми. При цьому білки перетворюються на окремі згустки, грудочки, між якими проходять цукор та інші водорозчинні речовини до стінок клітин і крізь них – у лишній простір.

Коефіцієнт дифузії розчинної речовини залежить від її молекулярної маси і температури середовища. Чим вища температура середовища і менша молекулярна маса дифузійної речовини, тим інтенсивніше відбувається дифузія. Коефіцієнт дифузії показує, скільки розчинної речовини продифундує за одиницю часу через одиницю площі при різниці концентрацій, що дорівнює одиниці. Коефіцієнт дифузії сахарози у разі підвищення температури до 70°C зростає у три рази і становить 1,07 проти 0,37

за температури 20 °С. Кількість речовин, які перейшли в дифузійний сік, становить (% від їх вмісту в буряку): сахарози – 98; білків – 30; шкідливого азоту – 95; загального азоту – 57; K_2O – 80; MgO_2 – 60; CaO – 10; хлору – 90. Ці показники свідчать про те, що білки, як і інші речовини з високою молекулярною масою, переходять у дифузійний сік, повільно і порівняно в невеликих кількостях. Здебільшого білки при нагріванні коагулюють і залишаються в стружці. Значно повільніше від сахарози дифундують пектинові речовини, що позитивно впливає на технологічний процес, тому що перехід їх у дифузійний сік небажаний. Перехід пектинових речовин у сік помітно збільшується при підвищенні температури до 80°C і вище.

Для успішного добування цукру і зменшення переходу нецукрів у дифузійний сік процес дифузії проводять швидко та при слабокислій реакції середовища (рН 5– 6,5). У дифузійному соку міститься на 18–20 % менше нецукрів, ніж у клітинному соку, тобто доброякісність дифузійного соку вища, ніж клітинного. Цукор із бурякової стружки добувають гарячою водою в дифузійних апаратах безперервної дії. Дифузію соку проводять в апаратах шнекового типу (рис. 61).

Стружку прошпарюють (нагрівають) гарячим соком для плазмолізу клітин в спеціальному шпарувачі. Вона поступає в апарат безперервно, а назустріч її руху подають воду за температури 72...75°C (рН 6,2–6,5), з допомогою якої і проходить знецукрювання. Унаслідок коагуляції білка протоплазми цілісність клітинних стінок порушується і в них звільняються щілиноподібні отвори.

Через отвори розчинні речовини легко переходять (дифундують) із бурякового соку в екстрагуючу воду. Нагріта стружка переміщується шнеком з одного кінця апарата в інший, віддає потоку води цукор і розчинні нецукри. У міру руху стружка все більше знецукрюється. Під час виходу з апарата, стружка (яку називають жомом) має вміст цукру 0,20–0,28 % від маси.

Дифузійний сік, що виходить з апарата, звільняється в м'язговловлювачах від м'язги і спрямовується на очищення.

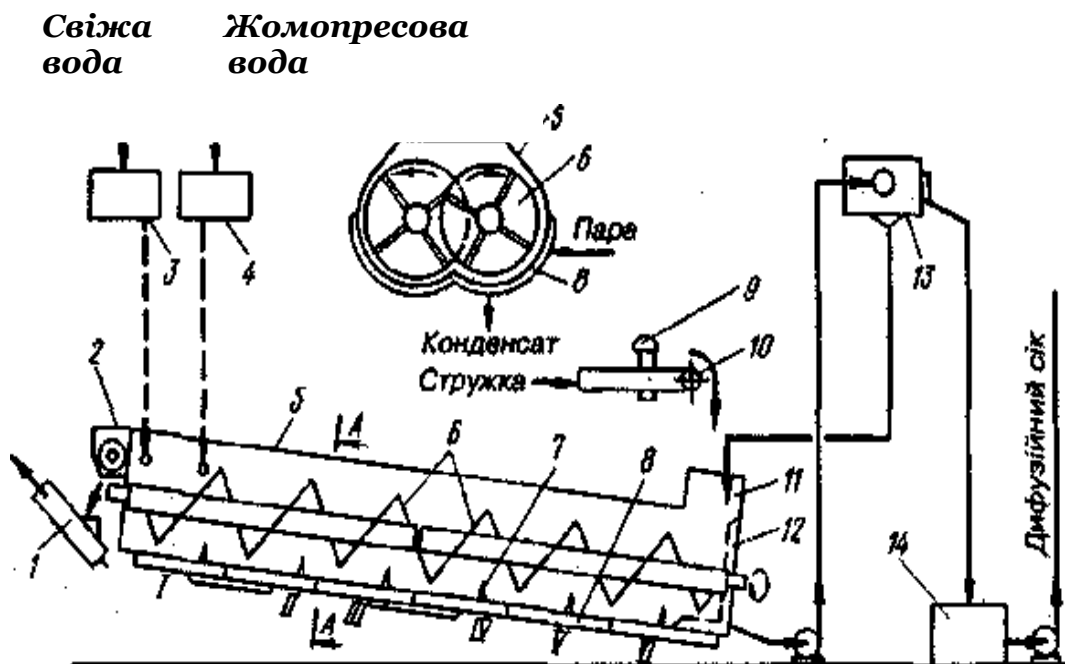


Рис. 61. Схема одержання дифузійного соку в похилому дифузійному апараті:

1, 10—транспортери; 2—пристрій для вивантаження; 3, 4, 14—збірники; 5—дифузійний апарат; 6—шнеки; 8—камери; 9—ваги; 11—завантажувальний бункер; 12—ситові камери; 13—м'язговловлювач

Очищення дифузійного соку. Дифузійний сік — каламутна рідина, яка швидко темніє на повітрі. В нього перейшла майже вся сахароза і 80% розчинних органічних і мінеральних нецукрів. Крім того, в дифузійному соку містяться дрібні частки бурякової стружки. Сік має слабокислу реакцію (рН 6–6,5) і здатний пінитись.

Очищення соку полягає у видаленні з нього змулених частинок і якнайбільшої кількості нецукрів. Під дією великої кількості нецукрів сахароза кристалізується повільно, а вміст її в мелясі різко збільшується. Це обумовлено тим, що одна частина нецукрів при кристалізації здатна утримувати в розчині 1,3–1,5 частини сахарози. Способи очищення дифузійного соку дають змогу видалити близько 40 % нецукрів, які містяться в ньому. Нецукри, які залишаються в

очищеному соку, проходять усі наступні технологічні процеси і скупчуються в мелясі.

Для очищення дифузійного соку від нецукрів проводиться обробка його вапняним молоком (*дефекація*) з наступним видаленням надлишку вапна діоксидом вуглецю (*сатурація*) і доведенням і до слаболужної реакції.

Вапно (CaO) і сатураційний газ одержують безпосередньо на цукровому заводі, обпалюючи вапняковий камінь (CaCO_3) у газових печах за температури 1200°C . Гасять CaO водою. На перетворення 1 кг CaO в Ca(OH)_2 густиною 1,19–1,20 кг/л необхідно 5,3 л води, сатураційний газ відбирають із печі за температури $150\ldots 200^\circ\text{C}$, і очищують в циклонному вловлювачі, охолоджують до температури 30°C і промивають в газопромивачах водою для видалення хлоридів.

Технологічна схема очищення дифузійного соку включає такі основні операції: дефекація попередня й основна; сатурація I і II, фільтрація I і II; сульфитація і контрольна фільтрація соку.

Дифузійний сік нагрівається в трубчастих підігрівачах до температури $85\ldots 90^\circ\text{C}$ і подається в *попередній дефекатор*. Сюди додають 100–150 % (до маси буряків) нефільтрованого соку I сатурації і 15–30 % (до маси буряків) дефекованого соку. При цьому рН дифузійного соку підвищується від 6,5 до 10,8–11,5. Під впливом вапна проходить нейтралізація кислот, коагуляція макромолекул речовин в колоїдному стані і осадження органічних кислот у і солей кальцію.

Після попередньої дефекації сік разом з осадом, що утворився самопливом, надходить для *основної дефекації*. У дефекаторі сік за температури $85\text{--}90^\circ\text{C}$ обробляють основною кількістю (12–15 % маси буряків) вапняного молока (2,5–3% CaO), рН соку підвищується до 12,2–12,3. За таких умов ряд нецукрів розкладається (а кислот, солі амонію, пектин), омилюються жири, продовжуються реакції осадження солей кальцію органічних кислот.

Це пов'язано з тим, що в процесі дефекації відбуваються реакції між нецукрами дифузійного соку та іонами Ca^{2+} і HO^-

За наявності іонів кальцію осаджується щавлева, лимонна і оксикислоти, утворюючи нерозчинні солі кальцію. Поряд з цим вапно осаджує фосфорну кислоту і в незначній кількості сірчану. Під впливом гідроксильних іонів (HO^-) відбувається реакція осадження солей алюмінію, заліза і магнію у вигляді гідроксидів цих металів. Крім того, під дією вапна білки та інші речовини, що містяться у дифузійному соку у вигляді великих місцел, коагулюють. Пояснюється це тим, що колоїдні частки несуть певний електричний заряд, який можна нейтралізувати, якщо ввести в розчин електроліт з протилежним електричним зарядом. Колоїд, який втратив свій заряд, стає нестійким, переходить у нерозчинний стан і коагулює. Тривалість процесу дефекації становить 8–10 хв. Дефекацію соку здійснюють в апаратах-дефекаторах.

Наступною операцією очищення соку є процес *сатурації*, який здійснюється у два прийоми (І сатурація, а після відокремлення осаду – ІІ). Основне завдання цього процесу полягає в тому, щоб насиченням соку CO_2 , який міститься в сатураційному газі, викликати випадання вапна в осад у вигляді крейди (CaCO_3). Крейда має дуже тонку структуру і активно вбирає різні органічні речовини, особливо знецукри, які забарвлюють сік. Унаслідок цієї реакції сік стає світлішим і прозорим. З дефекатора сік самовпливом надходить на І сатурацію впротитоковому решітчастому сатураторі. Він являє собою вертикальний циліндр, що розширений у верхній частині для вловлення піни.

Сік надходить до сатуратора зверху і, потрапляючи на розбризкувальний диск, рівномірно стікає. Сатураційний газ подається в нижню частину апарату, надає соку обертового руху і добре з ним перемішується. Відсатурований сік нагрівається до температури $85\ldots 90^\circ\text{C}$ і подається в напірний збірник-змішувач. Звідти – у відстійник, де розшаровується на освітлену (85–75 %) і згущену (15–25 %) фракції.

Згущена фракція спрямовується на вакуум-фільтр. Осад на вакуум-фільтрі промивається гарячим конденсатом і виводиться у відходи (дефекат). Відфільтрований сік і концентровані води змішуються з освітленою фракцією і подаються на вакуум-фільтри. Фільтрат нагріваються до температури 90...95 °С і направляється на II сатурацію, а фільтраційний осад – на вакуум-фільтри.

Завдання II сатурації полягає в максимальному осадженні і видаленню вапна та солей кальцію, які можуть викликати утруднення при уварюванні соку і призвести до накипу на внутрішніх поверхнях нагрівальних трубок. Протягом II сатурації обробляють сік CO_2 до оптимальної лужності, що становить – 0,015–0,020 % CaO або рН 8,8–9,0. За такої лужності в соку залишається мінімальна кількість карбонатів кальцію і натрію, солей кальцію, а в осаді – CaCO_3 і адсорбовані нецукри. Зменшується відкладання накипу протягом випаровування. II сатурація проводиться безперервно в апаратах. Вони за своєю конструкцією не відрізняються від апаратів для I сатурації, але мають менший об'єм надсокового простору, оскільки піниться сік протягом II сатурації незначно. Після II сатурації сік знову надходить на фільтрацію.

Фільтрують сік на вакуум-фільтрі. Основним робочим органом вакуум-фільтра є горизонтальний барабан, що обертається. Зовнішня поверхня барабана обтягнута фільтруючою тканиною. Під зовнішньою фільтруючою поверхнею барабана розміщена внутрішня суцільна поверхня. Простір між цими двома поверхнями поділений перегородками на 24 вічка. За допомогою трубок вічка з'єднані з розподільчою головкою фільтра, завдяки чому можна створити вакуум або повітряний тиск в окремих секціях. Барабан частково занурений у ємкість, в яку надходить сік. У цьому положенні нижні секції барабана автоматично з'єднуються з вакуумом і сік засмоктується в секції (зона фільтрації), а бруд відкладається зовні фільтруючої тканини. Коли секції барабана виходять із соку, вони потрапляють в зону обсушування, а вакуум

автоматично відключається. При подальшому рухові барабана секції потрапляють у зону зрошення, де за допомогою зрошувачів відбувається промивання осаду. Автоматичне включення вакууму засмоктує усередину барабана промив, який приєднується до фільтрувального соку. Потім спеціальними скребками бруд знімається з поверхні барабана. А повітродувки, які включаються, подаючи з середини під тиском повітря, здувають залишки бруду.

Для знебарвлення і зменшення в'язкості відфільтрований сік піддають *сульфітації*. При пропусканні SO_2 в сік утворюється сірчиста кислота (H_2SO_3), яка є досить сильним відновником. Вона відновлює низькомолекулярні барвні речовини і перетворює їх в безбарвні сполуки. Сірчиста кислота блокує карбонільні групи ($\text{C}=\text{O}$) редукуючих сполук (глюкоза, фруктоза, маноза) і тим самим перешкоджає їх участі в реакціях утворення барвних речовин. Крім того, сульфитація знижує лужність соку, сприяючи зменшенню в'язкості сиропу, що полегшує кристалізацію і виділення кристалів цукру.

Сульфитацію соку здійснюють в зрошувальних сульфитаторах. Сік у них надходить зверху і розбризкується у вигляді крапель, падає вниз. Діоксид сірки вентилятором відсмоктується із сіркоспалювальної печі і подається назустріч соку. Одержаний прозорий і безбарвний сік подається на згущення.

Згущення соку випаровуванням. Очищений сік має 14–16 % сухих речовин, в тому числі 13–14 % сахарози. Доброякісність його 91–93 %. Це насичений розчин сахарози і нецукрів. Щоб дістати цукор, необхідно згустити сік до перенасичення сахарози, а потім можна виділити кристалізацією. Для цього із соку видаляють воду в два етапи, випаровуючи його у випарних установках.

Перший етап – передбачає згущення соку у багатокорпусних випарних установках, найчастіше чотирьохкорпусних, з концентратом. Сік нагрівають до температури 126°C і подають в I корпус випарної установки, потім поступово випаровуючись, він проходить усі корпуси випарної станції і концентратор.

З останнього корпусу виходить сироп, який насосом відкачується для очищення. Пара надходить в обігрівальну камеру I корпусу і підігріває сік до кипіння, в результаті чого із нього випаровується вода. При цьому грійна пара конденсується і перетворюється на воду. Пара, що утворюється в I корпусі, переходить у нагрівальну камеру II корпусу, де також нагріває сік до кипіння і випаровує його. У цьому корпусі підтримується менший тиск (0,233 МПа), ніж у попередньому (0,292 МПа), тому сік кипить при більш низькій температурі. Така ж послідовність подачі пари і підігрівання соку відбувається і в наступних корпусах випарної станції. Тиск грійної пари у III корпусі – 0,172 МПа, в IV корпусі – 0,107 МПа, а в концентраторі – 0,057 МПа. З останнього пара надходить у конденсатор, де змішуючись з холодною водою, конденсується у так звану барометричну воду. Після випаровування вміст сухих речовин у соку досягає 65 %. Такий концентрований сік називається *сиропом*.

Випарний апарат являє собою металевий вертикальний циліндричний корпус, закритий зверху і знизу опуклими днищами. У нижній частині його є трубчасті решітки, в отвори яких увальцьовані вертикальні нагрівальні трубки завдовжки до 4 м. У простір між трубками надходить пара і нагрівається сік, що циркулює у трубках, до кипіння. Згущений сік, або сироп, через соковідвідну трубку, встановлену в нижній частині апарата, надходить у наступний корпус. Сокова пара та аміак відводяться через верхню частину випарного апарата.

Другий етап – згущення сиропу у вакуум-апараті. Коли настає перенасичення, частина сахарози кристалізується, утворюючи суміш кристалів сахарози і міжкристальної рідини, яку називають *утфелем*.

Кристалізація сахарози. Це завершальний етап виробництва. При цьому в продуктовому відділенні практично повністю видаляють чисту сахарозу, а знецукри залишаються в міжкристальному розчині.

Кристалізація сахарози проводиться в перенасиченому розчині у вакуум-апаратах місткістю 40, 60, 80 т. Цей процес проходить за умов низької температури (під розрідженням) для попередження розкладу сахарози, інвертного цукру й утворення барвних речовин. У вакуум-апаратах спочатку сироп уварюють до згущення. Для цього в порожньому апараті створюють розрідження. Сироп, надходячи в апарат, заповнює обігрівальну камеру. За залишкового тиску 0,02 МПа сироп кипить за температури 67...70 °С і внаслідок випаровування згущується до 80–82% сухих речовин, що відповідає коефіцієнту перенасичення 1,2–1,3. При цьому температура підвищується до 73...75°C. У цей час для утворення кристалів у вакуум-апарат додають тонкоподрібнену цукрову пудру (із розрахунку 50–100 г на 40 т утфелю). Вона зразу ж викликає утворення нових кристалів, крім тих, які в ній містились. Як тільки в уварюваній масі (90–92 % сухих речовин) з'явиться достатня кількість зародків (на 1 мм довжини скла – повинно бути 5–6 кристаликів або 3000 шт. в 1 г), підкачують деяку кількість сиропу для зниження коефіцієнта перенасичення до 1,08–1,10. Тобто створюють умови, коли нові кристали не утворюються, зате ті, що містяться, нарощуються. У міру збільшення маси кристалів міжкристальний розчин знецукрюється. Згущення утфелю досягає 92,0–92,5 % сухих речовин. Тривалість варки 3 год. Одержують продукт, який називають *I утфель*. Це густа в'язка маса, яка складається з кристалів цукру і міжкристальної рідини з вмістом 92–93 % сухих речовин. Розрідження у вакуум-апараті припиняють, відкривають доступ для зовнішнього повітря. Продукт спускається в утфелезмішувач, а звідти на центрифугування для відокремлення твердої фракції від рідкої. Цей процес проводиться на центрифугах.

Під час швидкого (1000–1400 об / хв.) обертання ротора виникає відцентрова сила, яка у багато разів більша сили тяжкості, тому розділення твердої і рідкої фаз проходить дуже швидко. Під впливом

відцентрованої сили туфель притискується до стінок барабана, який являє собою центрифужні сита. При цьому міжкристальна рідина відокремлюється від кристалів, проходить через отвори сит, потрапляє в простір між ротором і нерухомим кожухом і по нахиленому жолобу спрямовується в збірник першого відтоку. Це *зелена патока*, а цукор лишається на ситах барабана центрифуги.

На кристалах цукру залишається тоненька плівка, яка надає і цукру жовтуватого відтінку. Щоб зняти її, кристали цукру відбілюють шляхом промивання гарячою водою і парою. При цьому частина і кристалів цукру розчиняється. Розчин, який утворився, складається із води, залишків патоки і розчинного цукру. Він утворює другий відтік, який називається *білою патокою*. Вона надходить в окремі збірники, звідки її насосами подають у вакуум-апарати під кінець уварювання I утфелю.

Після пробілювання цукру, ротор починає обертатись у зворотній бік. При цьому цукор зрізається ножом і просипається вниз. Вивантажений із центрифуги білий цукор вологістю 0,5–0,6 % і температурою 70...75°C потрапляє на так званий трясун. Останнім переміщується до елеватора, що подає його у сушильний цех. У цукросушарній установці з допомогою сушильного барабана його підсушують до стандартної вологості (0,1–0,15 %) завдяки залишковому теплу самого цукру. Потім охолоджують, просіюють через сита, пропускають через магнітний сепаратор і спрямовують в бункер для пакування в мішки.

Зелена патока надходить в інший вакуум-апарат для уварювання II утфелю. Цикл кристалізації II утфелю такий же, як і I утфелю. Але тривалість процесу 5 год за рахунок збільшення концентрації нецукрів і в'язкості уварюваної маси та зниження швидкості кристалізації цукру. Після кристалізації утворюється II утфель, який за допомогою розподільника спрямовують на швидкохідні центрифуги. Відокремлюються кристали цукру, але жовтого кольору (жовтий цукор).

Щоб мати більше якісного цукру, жовтий цукор повертають у виробництво, розчиняючи його в соку II сатурації. Цей процес і називається *клеруванням*. Розчинений у соку жовтий цукор домішують до випарного сиропу, який надходить на сульфитацію. Відтік II утфелю називають *кормовою патокою*, або *мелясою*.

Вихід чистого цукру на сучасних заводах залежить від цукристості сировини і становить 10–14 % від маси перероблених буряків. Цукор зберігають в чистих, сухих, опалюваних або неопалюваних складах з якомога рівномірнішою температурою. Щоб цукор не зволожувався, відносна вологість повітря в складах повинна бути нижча 70 %. Мішки з цукром вкладають у штабелі на настили з брусків або дощок, залишаючи вздовж стін і між штабелями проходи завширшки 0,7 м.

9.9. Відходи цукрового виробництва і їх використання

Жом. Вихід жому становить 90 % від маси перероблених буряків. У свіжому жомі міститься 93 % води, 6–7 % сухих речовин, до складу яких входить 2,5 % клітковини, 0,6 % азотних речовин, 2,6 % пектинових речовин, 0,2 % золи, 0,2 % сахарози. Жом – цінний корм для худоби і може використовуватись у свіжому, кислому і сухому вигляді. Перевезення сирого жому внаслідок великого вмісту води нерентабельне, тому його використовують в господарствах, розміщених поряд з цукровими заводами. Щоб сирий жом не псувався, його силосують. Для підвищення кормової цінності і транспортабельності жом сушать в барабанних сушарках після попереднього видалення половини води пресуванням. Вихід сухого жому становить 8 % від маси сирого. Такий жом містить близько 90 % сухих речовин, добре зберігається, а за поживністю близький до вівса. Його використовують як один із компонентів при виробництві деяких комбикормів. Із жому одержують також

буряковий пектин, який використовують в харчовій та кондитерській промисловості.

Кормова патока. або **меляса** має об'єм 3,5–5 % від маси перероблених буряків і містить 50 % цукру. Переважну більшість меляси використовують для виробництва етилового спирту. Її застосовують для здобрювання грубих кормів і приготування комбікормів. Меляса є сировиною для виробництва хлібопекарських дріжджів, гліцерину, молочної, лимонної, глютамінової кислот, які йдуть на приготування ліків.

Дефекат. Становить 5–6 % від маси перероблених буряків. Він містить близько 80 % CaCO_3 , солі фосфорної кислоти і азотистих речовин. Використовується як вапняне добриво для кислих ґрунтів.

9.10. Виробництво цукру-рафінаду

Мета рафінування – максимальне видалення домішок і одержання фактично чистої сахарози. Згідно зі стандартом цукор-пісок I сорту повинен мати не менше 99,75 % сахарози і не більше 0,25 % нецукристих речовин, у тому числі редукуючих речовин – не більше 0,15 %.

Цукор-рафінад містить не менше 99,9 % сахарози. Цукор-рафінад виробляють на спеціальних заводах або у рафінадному цеху цукрового заводу. Цукор-рафінад буває литим і пресованим. Пресований у формі паралелепіпедів, кусочками, литий – у вигляді довільної форми. Найбільш міцний литий цукор виробляють у формі цукрових голів.

Цукровий пісок розчиняють у воді. Сироп фільтрують і піддають обробці активованим вугіллям або іншими сорбційними засобами для видалення барвників. Оброблений таким чином сироп надходить у вакуум-апарати для уварювання I рафінадного утфелю. Під час уварювання до утфелю додають невелику кількість ультрамарину (0,0008 % від маси цукру) для маскування жовтого відтінку кристалів цукру. Процес уварювання, кристалізації аналогічний одержанню цукру-

піску. Рафінадний утфель відбілюють, а потім, так звану рафінадну кашку (з вологістю до 3 %) пресують і одержують вологий рафінад певної форми.

Щоб приготувати рафінад у вигляді голів, утфель заливають у конічні форми, охолоджують до температури 45°C. При цьому в порах між кристалами залишається маточний розчин, якому дають витекти крізь отвір у нижній частині (носику форми). Для пробілювання у форми зверху заливають цукор вищої очистки. Сирий пресований рафінад сушать у сушарках підігрітим повітрям до вологості 0,3–0,4 %. Після сушіння бруски рафінаду охолоджують і розколюють на куски на спеціальному коловальному верстаті, а потім упаковують.

Після відбілювання I рафінадного утфелю на центрифугах дістають два відтіки: зелену і білу патоку. Білу патоку повертають для варіння I рафінадного утфелю. Зелену патоку після знебарвлення активованим вугіллям піддають уварюванню і кристалізують. Одержують II рафінадний утфель, з якого виробляють рафінадну кашку. Зелена патока утфелю II рафінаду є сировиною для III рафінаду. Типовою технологічною схемою передбачається робота з трьома рафінадними утфелями.

Контрольні запитання

1. Який вміст сахарози та нецукрів у цукрових буряках?
2. Що таке шкідливий азот у соку цукрових буряків?
3. За якими показниками оцінюють якість цукрових буряків?
4. Які основні фактори впливають на якість цукрових буряків під час зберігання?
5. Яка будова кагатів для зберігання цукрових буряків та умови їх зберігання?
6. У чому особливості зберігання маточників цукрових буряків?
7. Які основні технологічні операції виробництва цукру-піску?
8. Яке призначення дефекації та сатурації соку?

9. Які основні умови кристалізації сахарози?
10. Які відходи одержують у бурякоцукровому виробництві і як їх застосування?
11. Як одержують цукор-рафінад?

РОЗДІЛ X

ОСНОВИ КРОХМАЛЕ-ПАТОКОВОГО ВИРОБНИЦТВА

10.1. Основні відомості про крохмаль

Для організму людини крохмаль поряд із сахарозою служить основним постачальником вуглеводів – одного з найважливіших компонентів їжі.

Під дією ферментів крохмаль гідролізується до глюкози, яка окислюється в клітинах до вуглекислого газу і води з виділенням енергії, необхідної для функціонування живого організму.

Відомо, що крохмаль активізує обмін жовчних кислот і сприяє виведенню холестерину з організму.

Найбагатше крохмалем зерно злакових рослин: рису (до 86 %), пшениці (до 75 %), кукурудзи (до 72 %), а також бульби картоплі (до 24 %) та зерно ячменю.

Про те, що крохмаль є напівкристалічним матеріалом, відомо ще з 1930-х років. В зерні крохмаль міститься у вигляді крохмальних зерен різного розміру і форми. За формою зерна крохмалю підрозділяються на три типи, які позначають літерами А, В і С. Крохмаль більшості зернових культур належить до типу А, крохмаль картоплі та інших коренеплодів, а також ретроградуваний крохмаль – до типу В, а крохмаль гороху і бобів – до типу С, який являє собою проміжну форму між типами А і В. Під дією тепла картопляний крохмаль типу В перетворюється в тип А. Більш короткі декстрини (12–15 глюкозних одиниць) можуть належати до будь-якого із цих трьох типів залежно від характеру їх кристалізації. Одним з інструментальних способів дослідження крохмалю ефективно використовується метод дифракції рентгенівських променів.

Хімічний склад крохмалю. Крохмаль містить полісахариду 97–99 %, білкових речовин 0,3–1,%, клітковини 0,2–0,4%, зольних речовин (фосфати, силікатні кислоти) 0,3–0,5 %. У складі товарного крохмалю можуть бути наявними другорядні компоненти, але в настільки малих кількостях, що не зовсім ясно, чи є вони складовими крохмалю, представленими в ньому у дуже малих кількостях, чи домішками, недостатньо ретельно видаленими в процесі виділення. Тим не менш, такі другорядні компоненти, незважаючи на їх надзвичайно малу кількість, можуть суттєво впливати на якість крохмалю. У крохмалі знайдено 0,6 % жирних кислот (пальмітинову, стеаринову та ін.). У крохмалях, які випускаються промисловим способом із зернових культур, міститься мала кількість ліпідів, які, як правило, є полярними. Для їх виділення необхідні полярні розчинники, водний розчин метилового спирту. Зазвичай вміст ліпідів у крохмалі із зернових культур дорівнює 0,5–1,0 %, а виготовлених із незернової сировини майже не містить.

Крім того, у склад крохмалю входять в незначних кількостях фосфор і азот. В зернових культурах основна частина фосфору представлена у вигляді фосфоліпідів. Відомо, що картопляний крохмаль етерифікується до глюкозних залишків, тоді як з крохмалю зернових культур цього не відбувається. У всіх видах крохмалів міститься дуже невелика кількість азоту (менше 0,05 %), частина якого входить до складу ліпідів, частина – до складу білків і, можливо, до складу залишків ферментів, які беруть участь у синтезі крохмалю.

Крохмаль в основному являє собою полімери α -D-глюкози, які з хімічного погляду зору можна розділити на амілозу (у цілому лінійний полімер) і амілопектин (сильно розгалужений полімер). Тобто молекула крохмалю складається з двох хімічно незалежних частин (полісахариди): амілози (20–30 %) і амілопектину (70–80 %), співвідношення яких залежить від природи рослин: – у

кукурудзяному крохмалі амілоза становить 25 % усієї маси речовини, а амілопектин – 75 %. У восковидній кукурудзі – більше 95 % амілопектину. Вирощують кукурудзу і з 75 % амілози. У картопляному крохмалі амілози – 20 %, а амілопектину – 80 %, що надає йому специфічних властивостей, крохмаль яблук – із 100 % амілози.

Амілоза та амілопектин різняться між собою хімічною будовою. Обидва полісахариди складаються із глюкозних залишків, з'єднаних між собою лінійними або розгалуженими ланцюгами. У зернах крохмалю молекули амілози та амілопектину утворюють прошарки із кристалічною та аморфною будовою. Енергія взаємодії окремих атомів у зерні крохмалю залежить від розташування амілози й амілопектину та їх співвідношення. Амілоза розчиняється у гарячій воді і не утворює клейстеру. Амілопектин не розчиняється у воді, а утворює клейстер, і при забарвлюванні йодом він приймає колір від червоного до фіолетового колір. У гарячій воді крохмаль набрякає. При цьому амілоза переходить у розчин, а амілопектин утворює колоїдний розчин (клейстер), а під дією ферментів або нагрівання з кислотами піддається гідролізу.

Як розчинники крохмалю використовують холодну соляну, надхлорну, трихлороцтову, сульфосаліцилову кислоти, розчини CaCl_2 , ZnCl_2 , MgCl_2 , луги, гліцерин, формахід та ін.

Для розділення крохмалю на його компоненти, амілозу і амілопектин використовують два основних способи. Амілозу можна вибірково вилуговувати з гранул, нагрітих трохи вище температури клейстеризації. При більш високих температурах вилуговується не тільки амілоза, а й амілопектин, через що потрібне додаткове очищення. Фракції, одержувані вилуговуванням, важко піддаються кількісній оцінці, але якщо перед процесом водного вилуговування обробити крохмаль гарячим водним розчином бутанолу, то здатність амілопектину до

розчинення знизиться, в результаті чого буде виділено більшу кількість амілози.

Іншим методом є повне диспергування гранул з наступним розділенням компонентів. Крохмаль злаків дуже важко диспергувати повністю – для цього необхідно, щоб суміш протягом декількох годин перебувала в автоклаві при температурі близько 130°C. У цих умовах необхідно запобігти розщепленню крохмалю, тобто знежирити його, буферизувати і захистити від дії кисню. Існує кілька видів попередньої обробки крохмалю, що дозволяє його диспергувати повністю. Для цього можна використовувати, наприклад, рідкий аміак, диметилсульфоксид або лужний розчин. Після повного диспергування крохмалю найчастіше для виділення амілози її осаджують у вигляді комплексів з n-бутанолом або тимолом. Для отримання чистої амілози необхідно кілька разів виконати повторне осадження. Амілопектин можна отримати ліофілізацією або осадити спиртом.

Гідроліз крохмалю. При гідролізі крохмалю послідовно утворюються дисахариди і декстрини, що в подальшому перетворюються в моносахариди, з яких переважає глюкоза.

Крохмаль при швидкому нагріванні розщеплюється до декстринів формули $(C_6H_{10}O_5)_x$, де x – число глюкозних залишків – декстрині набагато менше, ніж у формулі крохмалю. При додаванні кислот процес пришвидшується. Залежно від глибини гідролізу (температури, концентрації і виду кислоти, ферментів), крохмаль розщеплюється до декстринів, мальтози, глюкози. Під час гідролізу крохмалю поступово утворюється розчинний крохмаль, декстрини, ди- і моноцукри.

У гідролізатах розрізняють такі декстрини: *амілодекстрини* – розчиняються 25 %, а осаджуються 40 % етиловим спиртом, з йодом дають фіолетово-синє забарвлення; *еритродекстрини* – розчиняються 55 % розчином, а осаджуються в 65 % етиловому спирті; *ахродекстрини* – розчиняються в 70 % етиловому спирті,

йодом не забарвлюються; *мальтодекстрини* – спиртом не осаджуються, йодом не забарвлюються.

Незначно декстринізований крохмаль, який дає з йодом синє забарвлення, краще розчиняється у воді, порівняно зі звичайним крохмалем, називають *розчинним крохмалем*.

У промисловості застосовується гідроліз, який має ступінчатий характер. Частковий гідроліз крохмалю до декстринів, для яких вже характерні властивості відновника, відбувається при швидкому нагріванні крохмалю з невеликою кількістю води (10–20 %).

Декстрини утворюються при випіканні хліба (поява скоринки), або під дією гарячої праски на накрохмалену тканину, унаслідок чого вона виблискує. При цьому основне завдання процесу хлібовипікання полягає у перетворенні нерозчинного крохмалю у розчинні декстрини, які краще засвоюються людиною у процесі травлення.

При неповному гідролізі крохмалю одержують крохмальну патоку (вміст глюкози становить 60 %) або крохмальний цукор (вміст глюкози 70 %) для харчових потреб.

При повному гідролізі у промисловості одержують глюкозу, а проміжними продуктами можуть бути олігосахариди, мальтоза. Під дією амілаз у травному каналі людини і тварин крохмаль піддається гідролізу та розщеплюється з утворенням глюкози і мальтози, що розщеплюється мальтозою до глюкози, яка засвоюється організмом.

Модифікований крохмаль – це продукт із заданими властивостями. У техніці перетворення крохмалю на глюкозу (процес оцукрювання) відбувається шляхом кип'ятіння його протягом декількох годин із розчином сірчаної кислоти (каталітичний вплив сірчаної кислоти на оцукрювання крохмалю. Щоб із утвореного розчину вилучити сірчану кислоту, до нього додають крейду, утворюючи з сірчаної кислоти нерозчинний

сульфат кальцію, який відфільтровують і речовину упарюють. Утворюється густа солодка маса – крохмальна патока, яка крім глюкози має значну кількість інших продуктів гідролізу крохмалю. Патока використовується для приготування кондитерських виробів і для різноманітних технічних цілей.

Якщо потрібно отримати чисту глюкозу, то кип'ятіння крохмалю ведуть довше, ніж досягається повніше перетворення його на глюкозу. Отриманий після нейтралізації і фільтрування розчин згущують, поки з нього не почнуть випадати кристали глюкози.

Також в наш час проводять ензиматичний гідроліз крохмалю з використанням альфа-амілази для отримання декстринів різної довжини і глюкоамілази – для подальшого їх гідролізу з отриманням глюкози.

При нагріванні сухого крохмалю до 200...250°C відбувається часткове його розкладання і виходить суміш менш складних, ніж крохмаль, полісахаридів (декстрин та ін.). Фізична зміна дозволяє отримувати крохмаль з високою здатністю утримувати вологу, що, у свою чергу, надає кінцевому продукту бажану консистенцію.

Крохмаль осаджується етиловим спиртом, утворює комплекси з йодом, дуже легко змінює ряд своїх властивостей під впливом температури, кислот, лугів, солей та інших хімічних реагентів. Ґрунтуючись на цьому, розроблено багато видів модифікованих крохмалів (фосфатні, оксиетилкрохмаль, диальдегідний поперечно зв'язаний, желуючий, попередньо клейстеризований, гіпохлоритний та ін.).

Щоб добути крохмаль, потрібно зруйнувати клітинні стінки й добути сік. Для цього сировину подрібнюють на терках, отримуючи кашку. Щоб виділити вільний крохмаль, кашку багаторазово промивають на ситах в ситових апаратах. Ситові апарати в п'ять ступенів проводять розділення продукту на мезгу та крохмальну

суспензію (крохмальне молоко) різної концентрації. Крохмальне молоко рафінують (очищують). Після цього виділений крохмаль багаторазово промивають чистою водою на спеціальних центрифугах-пурифікаторах або гідроциклонах.

10.2. Виробництво крохмалю із картоплі

Крохмаль одержують з картоплі і рису, рідше – з інших зернових. Саго – крохмалистий продукт з деревини сагової пальми, а також деяких саговників. У тропіках вирощують багато крохмалоносних рослин: батат, ямс, таро, маніок та ін.

Заводи з переробки картоплі на крохмаль зосереджені переважно у місцях вирощування та зберігання картоплі. Продуктивність невеликих заводів становить 60 –100, великих 300 –500 т бульб за добу. Виробництво сезонне, триває 4 –5 міс.

Висококροхмалисті сорти картоплі вирощують на ґрунтах легкосуглинкового гранулометричного складу. Найбільший вміст крохмалю у бульбах там, де до неї прикріплюються столони, та в зоні розміщення камбіальної тканини. Решта речовин – клітковина, білки, пектинові речовини, цукри, жир, зола та інші – є відходами виробництва (барда) і використовуються на корм худобі.

Бульби для виробництва крохмалю повинні мати відповідний стан тургору (в'ялі чи підв'ялені непридатні). Серед них не повинно бути позеленілих (впливають на вихід крохмалю), може міститися невелика кількість травмованих і загнилих. Бульби, що зберігалися за температури нижче 5 °С, треба отопити протягом 5–10 днів.

Технологічна схема виробництва крохмалю така: миття, подрібнення, відокремлення сокових вод від мезги та крохмалю із сокових вод (крохмального молока), рафінування, сушіння й фасування крохмалю.

Подача картоплі у виробництво. Картоплю зі сховища картоплеприймача в мийне відділення подають за допомогою гідротранспортерів. Гідравлічний транспортер являє собою жолоб різного за величиною і формою поперечного перетину, розташований з певним нахилом до місця подачі. У головну частину жолоба безперервно подають воду, яка захоплює за собою картоплю. У кінці жолоба зазвичай розташовують решітку. Через решітку видаляється транспортерна вода, а картоплю подають на миття.

Жолоб гідравлічного транспортера виготовляють найчастіше з цегли з подальшим цементуванням або з бетону. Матеріалом для гідротранспортера також можуть служити листове залізо або дерево. Жолоби в поперечному перетині можуть мати форму прямокутника із зрізаними або закругленими внизу кутами, а також з основою закругленої або овальної форми.

Продуктивність гідравлічного транспортера залежить від кількості води, що подається в жолоб, його форми і розмірів, поперечного перетину, нахилу і шорсткості поверхні. Чим більше нахил жолоба, тим більше швидкість руху потоку і тим більше продуктивність транспортера. Для того, щоб канавка гідротранспортера менше забивалася піском і камінням у разі установки на гідротранспортері каменевловлювача, нахил гідротранспортера роблять більше. При гідротранспортуванні картопля частково відмивається від бруду. Чим довший транспортер, тим краще відмивається картопля.

Очищення картоплі від домішок. Картопля, що поступає на переробку, має бути повністю звільнена від важких і легких домішок. Важкі домішки можуть вивести з ладу робочі органи картоплемийки і картоплетерки, що призводить до значних простоїв виробництва. Для видалення важких домішок з картоплі на заводах встановлюють каменевловлювачі різних типів.

Миття картоплі. Перед подрібненням картопля має бути остаточно звільнена від сторонніх домішок і відмита від бруду. Для остаточного звільнення картоплі від бруду й інших домішок використовують спеціальні машини – картоплемийки. Для цих цілей застосовують мийки відрядного (кулачкового) типу із зануреними або напівзануреними у воду билами. У мийках бильного типу в камерах з напівзануреними билами картопля тісно притискується одна до одної і при постійному перемішуванні билами від неї добре відділяється бруд. Миття картоплі у мийках і камерах із зануреними билами дає можливість ще раз відокремити від бульб бруд і видалити з мийки легкі домішки. У цих же камерах також відділяються важкі домішки.

Зважування картоплі. Для правильної оцінки роботи крохмального заводу ведуть точний облік сировини, що надходить. Облік картоплі дає змогу визначати продуктивність заводу в окремі проміжки часу (годину, зміну, добу), коефіцієнт вивільнення крохмалю і його втрати при виробництві. Коефіцієнт вивільнення крохмалю являє собою процентне відношення маси абсолютно сухого крохмалю, отриманого у виробництві, до маси абсолютно сухого крохмалю, що надійшов з картоплею. На більшості заводів картоплю зважують на порційних автоматичних вагах з відкидним днищем. Періодично (один раз в три доби) ваги перевіряють шляхом контрольного зважування. Під час роботи стежать за тим, щоб картопля поступала рівномірно, щоб ваги знаходилися в чистоті, усі шарнірні з'єднання не рідше одного разу на десять днів змащують. Допустима похибка при зважуванні становить $\pm 0,5\%$.

Подрібнення картоплі. Процес подрібнення картоплі полягає в тому, щоб розірвати якомога більше клітин бульб і вивільнити з них крохмальні зерна. При розтині більшості клітин картоплі виходить суміш, що складається з розірваних і нерозірваних рослинних клітин, клітинного соку і крохмальних зерен. Ця суміш називається картопляною кашкою. Крохмаль, що залишається в

нерозірваних клітинах, в процесі виробництва втрачається разом з відходами – картопляною мезгою. Цей крохмаль прийнято називати зв'язаним, а крохмаль, що вивільняється з клітин, – вільним. Процес подрібнення картоплі характеризується коефіцієнтом подрібнення, який свідчить про повноту вивільнення крохмальних зерен з клітин. Коефіцієнт подрібнення визначається відношенням вільного крохмалю до всього крохмалю, що міститься у відмитій картоплі або в подрібненій кашці. Найчастіше коефіцієнт подрібнення виражають у відсотках і визначають за формулою:

$$K = \frac{A}{A+B} \cdot 100\%$$

де K – коефіцієнт подрібнення картоплі, %;

A – маса вільного крохмалю в 100 г кашки, г;

B – маса зв'язаного крохмалю в 100 г кашки, г.

Коефіцієнт подрібнення картоплі має важливе значення, оскільки від нього в значній мірі залежить вихід крохмалю і всі пов'язані з ним техніко-економічні показники виробництва. Найбільш поширеними і ефективними машинами для подрібнення картоплі є картоплетерки.

Картоплетерка СТМ-100 складається з чотирьох основних частин: корпусу, кожуха, барабана і двох притискних колодок. Корпус і кожух виготовлені із сірого чавуну і кріпляться один до одного за допомогою шарнірних петель. У корпусі на горизонтальному валу розташований основний робочий орган – барабан. Кріплення валу з барабаном здійснюється за допомогою з'єднання шпони. Вал барабана встановлений на двох роликових підшипниках і приводиться в рух від електродвигуна через муфту зчеплення. Підшипники містяться в спеціальних корпусах, які за допомогою болтів кріпляться до корпусу терки. Барабан разом з валом, підшипниками і муфтою зчеплення виймається з корпусу. Зовнішня поверхня барабана складається із зубчатих пил, укладених між сталевими прокладками, що калібруються. Кінці

прокладок і пил вставлені у виїмки бортів барабана і за допомогою парних клинів стискаються. Вони утворюють на робочій поверхні вісім окремих секцій. Картоплетерка забезпечена двома чавунними притискними колодками: верхньою і нижньою. Робоча поверхня верхньої колодки набрана із сталевих планок. Верхня притискна колодка розташована в знімній частині кожуха, нижня закріплена в корпусі. Регулювання зазора між колодками і барабаном здійснюється за допомогою індивідуальних притискних пристроїв, які складаються з двох маховиків і болта. Картоплетерки оснащені решітками з листової сталі.

Термічна обробка картопляної сировини. Клітинний сік, звільнений з клітин картоплі при її подрібненні, являє собою суміш розчинених у воді білків, амінокислот, цукрів, мікроелементів, вітамінів та інших речовин. Натуральний клітинний сік містить 4,5–7,0 % сухих речовин. У нього переходить близько 20 % усіх сухих речовин картоплі. Клітинний сік, що виділяється на початку виробництва, зменшує піноутворення на подальших операціях, збільшує продуктивність технологічного устаткування і насосів, сприяє повторному використанню процесових вод і значному скороченню кількості стічних вод крохмального виробництва і їх забрудненості. Крім того, під дією кисню повітря відбувається окислення деяких складних речовин клітинного соку, що приводить до потемніння крохмалю і зменшення в'язкості отриманого з нього клейстеру. Для раціонального використання цінних речовин картоплі, поліпшення якості крохмалю, що виробляється, і збільшення його виходу клітинний сік виділяють в концентрованому вигляді, за допомогою центрифуг. Це відстійні горизонтальні центрифуги бізперервної дії зі шнековим вивантаженням осаду.

Клітинний сік здатний утворювати стійку піну. Для зменшення кількості піни, що утворюється, виключають підсос повітря в живлячих комунікаціях і домагаються безперервного відведення

клітинного соку. Для забезпечення постійного виведення клітинного соку із центрифуги і транспортувань його на наступну технологічну операцію в конструкції машини передбачений спеціальний вузол – напірний диск.

Робота напірного диска ґрунтується на використанні гідростатичного натиску клітинного соку, що виходить з центрифуги. Зневоднена на центрифугах кашка являє собою липкий тістоподібний продукт. При центрифугуванні він з великою силою ударяється об стінки камери вивантаження осаду і поступово на них нашаровується. Це може привести до великого накопичення його в камері вивантаження і підпору ротора, що обертається. Для усунення цього недоліку в камеру вивантаження осаду підводиться вода, за допомогою якої осад переміщається в приймальний збірник. Приймальний збірник для кашки доцільно вмонтувати безпосередньо під камерою вивантаження осаду й обладнати його мішальним механізмом. При цьому забезпечується вільний викид осаду і добре його перемішування з промивною водою.

Основна вимога до центрифуг зводиться до того, щоб виділити з кашки якомога більше клітинного соку з найменшими втратами вільного крохмалю. Якість роботи центрифуг оцінюється коефіцієнтом виділення клітинного соку. Він є відношенням кількості виділеного на центрифuzі соку до всього вивільненого при подрібненні кашки клітинного соку і виражається в процентах. Коефіцієнт виділення клітинного соку залежить від ступеня зневоднення початкової кашки, який у свою чергу визначається конструктивними особливостями центрифуг і частотою обертання ротора. Чим більше внутрішній діаметр циліндрової частини ротора, частота обертання і час знаходження продукту в центрифuzі, тим більше зневоднюється кашка і більше коефіцієнт виділення клітинного соку. Втрати вільного крохмалю з клітинним соком регулюються якістю і кількістю продукту, що надходить в машину. За інших різних умов розбавлення початкової кашки

водою сприяє зменшенню втрат крохмалю із соком і збільшенню продуктивності центрифуги.

Для ефективного використання клітинного соку прагнуть виділити його в більш концентрованому вигляді. Проте при перекачуванні нерозбавленої картопляної кашки поршневі насоси мають низьку продуктивність. Для полегшення транспортування кашку розбавляють в збірнику перед насосом чистою або процесовою водою у співвідношенні від 1:1 до 1:2. При цьому виділяють слабкорозбавлений клітинний сік з концентрацією сухих речовин 3,5–5 % в кількості 70 % і більше залежно від ступеня розбавлення кашки водою і типу застосовуваної для цього центрифуги. Вміст сухих речовин в осіданні після центрифуги залежно від її конструкції коливається в межах 32–43 %. Втрати крохмалю з клітинним соком за гарної роботи центрифуги становить 0,5–0,6 г / л

Вимивання крохмалю з кашки. Кашка після виділення з неї більшої частини концентрованого клітинного соку і розбавлення процесовою водою або рідким крохмальним молоком є водною суспензією, що включає зерна крохмалю, розірвані і нерозірвані картоплі, а також розчинні речовини клітинного соку, що залишилися в кашці. Для очищення крохмалю від нерозчинних домішок (мезги), що залишилася, кашку промивають водою на ситових апаратах різних конструкцій і за різними схемами. Найбільш поширені дві схеми: з роздільним промиванням крупної і дрібної мезги на відцентрових ситах і сумісним промиванням крупної і дрібної мезги на дугових ситах. Станція вимивання крохмалю з кашки призначена для максимального відділення вільних зерен крохмалю разом з дрібною мезгою від крупної мезги. Вимивання крохмалю з кашки проводять на барабанно-струнних і відцентрово-лопатевих ситах за такою схемою.

Виділення сокової води. На станції виділення клітинного соку з основного виробництва виводиться 60–7,0 % вільних розчинних

речовин, що містяться в подрібненій картоплі. Велика частина розчинних речовин, що залишилися, в процесі вимивання крохмалю з кашки розбавляється свіжою або процесовою водою і разом з крохмалем і дрібною мезгою переходить в підситовий продукт. Концентрація сухих речовин в цій суспензії 3–4 %. Розбавлений клітинний сік (рідка фаза цієї суспензії) називається *соковою водою*. У разі перебування на повітрі вона швидко забарвлюється в темно-коричневий колір. Фарбувальні речовини сокової води погіршують колір крохмалю. Для поліпшення кольору крохмалю отриману під час відмивання крохмалю з кашки суспензію якнайшвидше звільняють від більшої частини сокової води, відокремлюючи її центрифугуванням.

У картоплекрохмальній промисловості для відділення сокової води застосовують горизонтальні відстійні центрифуги зі шнековим вивантаженням осаду. Якість роботи центрифуг оцінюється вмістом вільного крохмалю в соковій воді і ступенем зневоднення осаду. Промислові центрифуги забезпечують зневоднення осаду до 33–40 % сухих речовин і вмісту вільного крохмалю в соковій воді до 0,3 г / л. Збільшення концентрації початкової суспензії і її кількості призводить до зростання втрат крохмалю із соковою водою. Вміст сухих речовин в осіданні зменшується, а втрати крохмалю з соковою водою збільшуються і при зростанні вмісту мезги в початковій суспензії. Вихід сокової води має бути вільним. За нормальної роботи відстійні центрифуги виділяють із соковою водою більше 90 % розчинних речовин, що надходять з початковою суспензією. Окрім крохмалю і невеликої кількості розчинних речовин в осаді залишається ще значна кількість дрібної мезги, вміст якої (залежно від розміру осередків вживаних сит на станції вимивання крохмалю з кашки і якості подрібнення) становить 4–9 % за сухою речовиною.

Рафінування крохмального молока. Рафінування крохмального молока — це очищення його від більшої частини

дрібної мезги. Рафінування – одна з основних технологічних операцій крохмального виробництва, що значно впливає на якість отриманого крохмалю. Доброякісність крохмалю, що надходить на рафінування, визначається як відношення вмісту зневодненого чистого крохмалю до маси всіх сухих речовин продукту і становить 91–94 %. У крохмальній суспензії, що надходить на рафінування, міститься 4–9 % дрібної мезги до маси всіх сухих речовин.

Рафінування крохмального молока зазвичай проводять послідовно в два етапи на барабанно-струменевих, дугових або хитних ситах. Хитне сито складається з рами завдовжки 3,5–5,0 м, що кріпиться на пружинячих стійках. У раму зверху закладаються окремі дерев'яні рамки завдовжки близько 1 м. На дерев'яні рамки натягається робоча сітка. Для сходу надситового продукту на копиці рами є козирок. Крохмальна суспензія, яка пройшла через сито, збирається в кориті під ситом і з нього виводиться з машини. Рама отримує поворотно-поступальний рух. Число коливань може бути від 450 до 750 за хвилину.

Для розбавлення мезги між рамками влаштовують поперечні жолобки-катаракти, куди із зрошувачів подається свіжа вода. У катарактах дрібна мезга добре перемішується з водою і крохмаль краще відмивається на сітці, яка розміщена за катарактом рамки. Таких жолобків-катарактів по довжині сита може бути три – п'ять. Сито має нахил у бік сходу надситового продукту 25–50 мм на 1 м довжини. Хитні сита прості за будовою, витрачають мало електроенергії. Проте вони малопродуктивні, займають велику виробничу площу, не відповідають сучасним санітарним вимогам.

Робота станції рафінування крохмального молока відбувається таким чином. Молоко, що згущують, після виділення з нього сокової води на центрифугах розбавляють свіжою водою або рідкою крохмальною суспензією із станції вимивання крохмалю з дрібної мезги до вмісту сухих речовин в ньому 12–14 %. Цю суспензію подають на перший ступінь рафінування. Зрошування хитних або барабанно-струменевих сит регулюють так, щоб

концентрація сухих речовин в молоці після сит була 10–12 % до маси продукту і вміст дрібної мезги становив 1,0–1,5 % від маси сухих речовин молока. Розбавлене до такого ступеня крохмальне молоко надходить на друге (контрольне) рафінування, де зрошування сит регулюють так, щоб вміст сухих речовин в рафінованому молоці був 6–8 %, а дрібної мезги – не більше 0,5 % від маси сухих речовин молока. Якість роботи рафінувальних сит характеризується ще й утриманням вільного крохмалю в меззі, що сходить із сит. За умови гарної роботи сит його повинно бути не більше 60 % від маси сухих речовин мезги. Витрата свіжої води на зрошування рафінувальних сит залежно від типу машин, вмісту крохмалю в картоплі і коефіцієнта подрібнення становить 60–120 % від маси картоплі, що переробляється. Чим більше крохмалистість і коефіцієнт подрібнення картоплі, тим більше витрата води на станції рафінування крохмалю.

Промивання дрібної мезги. Відокремлена на I і II ступенях для рафінування крохмального молока дрібна мезга містить 7–10 % сухих речовин (від маси сирової мезги), з них 30–60 % вільного крохмалю. Для відділення цього крохмалю на заводах є спеціальна станція промивання дрібної мезги. Промивання дрібної мезги має принципову відмінність від вимивання крохмалю з кашки. З одного боку, дрібна мезга майже повністю звільнена від клітинного соку, її об'єм і маса значно менше об'єму і маси кашки. Це повинно було б сприяти полегшенню процесу вимивання з неї крохмалю. З іншого боку, частинки дрібної мезги за своїми розмірами мало відрізняються від крупних зерен крохмалю, що примушує застосовувати ситові матеріали з дуже малими розмірами отворів, а це ускладнює процес ситкування. Крім того, дрібна мезга з крохмалем утворює щільніший і погано фільтрований осад, що також ускладнює процес.

Дрібну мезгу залежно від якості роботи попередніх ситових апаратів промивають в два або три етапи на барабанно-струменевих, плоских хитних, дугових та інших центробіжних

ситах. На більшості заводів дрібну мезгу промивають у два етапи на барабанно-струменевих або хитних ситах. При цьому, крохмальне молоко концентрацією 3–5 % сухих речовин, що пройшло через сито I ступеня, надходить для розбавлення молока, що згущують, після центрифуг виділення сокової води, а крохмальне молоко II ступеня концентрацією 0,5–1,5 % сухих речовин надходить для розбавлення кашки після першої основної терки або перетирання. Дрібну мезгу промивають на дугових ситах в три ступені за принципом протитечії, тобто свіжу або процесову воду подають на останній III ступінь, рідке крохмальне молоко з III ступеня повертають на розбавлення дрібної мезги після I ступеня, молоко з II ступеня – на розбавлення дрібної мезги після сит рафінування, а з III ступеня – на розбавлення молока перед рафінуванням мезги. При обслуговуванні станції промивання дрібної мезги ретельно регулюють подачу води на розбавлення мезги перед останнім ступенем і зрошування барабанно-струменевих або хитних сит.

Промивання крохмалю. Крохмальне молоко після сит рафінування має доброякісність 97–98 %, останні 2–3 % складають домішки, головним чином пісок, тонкі волокна мезги і невелика кількість розчинних речовин. Для остаточного очищення крохмалю від розчинних речовин і легких домішок служить станція промивання крохмалю. Для промивання крохмалю застосовують гідроциклони, відстійні і відстійно-промивні центрифуги, на заводах невеликої потужності – розмивні чани. На якість промитого на станції гідроциклонів крохмалю впливають якість і кількість води, що надходить на станцію, якість і кількість крохмальної суспензії, що поступає, робота насосів, кваліфікація обслуговуючого персоналу та інші чинники. Крохмаль слід промивати тільки питною водою. Потрапляння з водою піску та інших забруднень приводить до отримання крохмалю поганої якості. У суспензії, що поступає на станцію, також не повинно

міститися піску, а кількість дрібної мезги не повинна перевищувати встановленої норми.

Технологічна схема виробництва сухого крохмалю включає такі виробничі процеси: підготовка сирого крохмалю до сушки для підвищення його якості і очищення від сторонніх домішок (цю операцію здійснюють тільки у разі доставки сирого картопляного крохмалю з інших крохмальних заводів); механічне зневоднення крохмалю; сушка; просіювання; пакування; маркування і зберігання готової продукції.

Сирий крохмаль нестійкий в зберіганні через підвищену вологість. Особливо швидко псується сирий крохмаль при підвищеній температурі. Картопляний крохмаль після зберігання вимагає додаткового очищення на ситових апаратах, відстійних центрифугах або гідроциклонних установках. Очищений крохмаль у вигляді крохмальної суспензії щільністю 36–8 % перекачують в цех готової продукції на станцію механічного зневоднення крохмалю.

Механічне зневоднення крохмалю. На механічне зневоднення надходить зазвичай не сирий крохмаль 50 % вологості, а чисте крохмальне молоко концентрацією не менше 36–38 %. Його значно зручніше транспортувати насосом, простіше розподіляти між паралельно працюючими машинами, крім того, крохмальне молоко рівномірно розподіляється в барабанах центрифуг, що обертаються, і по поверхні вакуум-фільтрів, використовуваних для механічного зневоднення. Воду з крохмалю видаляють послідовно двома способами – механічним і тепловим. Механічний спосіб дешевший, витрати на видалення вологи тепловим способом (сушка) приблизно в три рази більші, ніж механічним. Тому прагнуть якомога більше вологи видалити з крохмалю механічним способом. Проте можливість видалення води механічним шляхом обмежена. Фактично вологість картопляного крохмалю при механічному зневодненні на осушувальних центрифугах дорівнює близько 36 %.

При використанні вакуум-фільтрів вологість становить 40–42 %. Таким чином, із загальної кількості води, що надійшла з крохмальним молоком для зневоднення, механічним шляхом видаляється близько 73 %, сушкою – 15 % і приблизно 12 % води залишається в сухому крохмалі.

Сушка крохмалю. Для сушки крохмалю в крохмало-паточній промисловості в даний час застосовують головним чином сушарки пневматичного типу. На картоплекрохмальних заводах, що переробляють 100 т. картоплі на добу, набули поширення відцентрові сушарки. В основу роботи пневматичних сушарок всіх систем покладений принцип сушки розпушеного крохмалю в рухомому потоці гарячого повітря. Швидкість руху суміші крохмаль – повітря по сушильному тракту (сушильній трубі) вибирають таку, щоб вона була більше швидкості витання зерен крохмалю в потоці. Практично швидкість руху цієї суміші буває 14–20 м/с. За такої швидкості руху суміші сушка крохмалю триває долі секунди, тобто відбувається майже миттєво. Це дозволяє застосовувати в пневматичних сушарках повітря високої температури, не допускаючи нагрівання зерен крохмалю вище за допустиму норму.

Пакування готового продукту. Просіювання крохмалю. Застосування для сушки крохмалю відцентрових і пневматичних сушарок миттєвої дії, де сушка відбувається в потоці гарячого повітря в розпушеному стані, дає змогу отримувати готовий сухий крохмаль хорошої якості. Крохмаль, висушений на цих сушарках, як правило, не містить крупи або містить її незначну кількість. Малий вміст крупи в сухому крохмалі пояснюється ще тим, що майже всі сушарки миттєвої дії мають вбудовані сепарувальні пристрої, що виділяють крупу і недосушений крохмаль, які зараз же повертаються на повторне подрібнення в розпушувачі, а потім на досушку. Температура сухого крохмалю, що виходить з відцентрових і пневматичних сушарок, не перевищує 35...40 °С.

Часто ця температура буває значно нижчою за рахунок охолодження крохмалю в циклонах, бункерах або шнеках після циклонів. Операції з обробки сухого крохмалю полягає у просіюванні крохмалю на апаратах, що розсіюють. Просіювання сухого крохмалю дозволяє виділити з нього не тільки крупу, але і сторонні випадкові домішки, мезгу, пісок і т. ін. Просіювання виконується в окремому приміщенні, де одночасно проводять зважування та пакування крохмалю. Для просіювання крохмалю на заводах застосовують призматичні бурати, які виготовляють на місці. Призматичний бурат являє собою шестигранну призму, що обертається і встановлена з невеликим нахилом на корпусі з металу або з дерева. Призма бурата обертається на підшипниках і здійснює 20– 25 об/хв, споживаючи 0,15–0,55 кВт залежно від добової продуктивності і розмірів апарата. Загальна ситова поверхня бурата $5,74 \text{ м}^2$, продуктивність 1 м^2 ситової поверхні 120 кг / год. Під час надходження на просіювання крохмалю з нормальною вологістю (13–20 %) продуктивність досягає 200–250 кг /год.

Пакування крохмалю. Після просіювання на просіювальних апаратах крохмаль прямує на упаковку. Упаковують крохмаль в нові льняні або джутові мішки по 50 і 60 кг. Для зменшення втрат від розпилювання при зберіганні і перевезеннях такі мішки зверху проклеюють крохмальним клейстером і просушують. Для упаковки використовують і паперові крафт-мішки, які поміщають в льняні або джутові мішки. Передбачається також можливість дрібної фасовки від 100 до 1000 г в паперові пакети або тару з поліетиленової плівки. Пакети укладають в ящики по 30кг кожен. Крохмаль зважують на вагових дозаторах і направляють на зберігання. На кожному етапі виробництва картопляного крохмалю повинна чітко дотримуватися технологія та основні технологічні параметри, проводити контроль технологічного процесу виробництва картопляного крохмалю.

Зберігання крохмалю. Зберігають крохмаль у чистих, сухих, добре провітрюваних складах, без стороннього запаху, не заражених шкідниками. Оптимальною для зберігання вважають відносну вологість повітря 70 %, хоч допускається до 75 %, і температуру близько 10 С. У цих умовах стандарти передбачають зберігання картопляного та кукурудзяного крохмалю два роки, а пшеничного – один рік. Триваліше зберігання суттєво знижує клейстеризуючу здатність крохмалю. У приміщеннях з підвищеною відотною вологістю повітря він зволожується, а внаслідок мікробіологічних процесів і псування набуває спочатку кислуватого, затхлого, а потім і гнильного запаху.

Застосування крохмалю. Крохмаль широко застосовується в харчовій галузі як загущувач (E1404), при виробництві патоки різного вуглеводного складу, для одержання декстринів, глюкози (кристалічної глюкози, глюкозного концентрату), глюкозно-фруктозного сиропу, етанолу та інших продуктів бродіння. Крохмаль зі ступенем гідролізу (за глюкозою) менше 5 % – мальтодекстрин – використовується як стабілізатора у виробництві майонезу. У виробництві цукрових кондитерських виробів крохмаль використовують як рецептурний компонент рахат-лукума, а також як формувальний компонент для цукерок і драже.

Комплексна переробка крохмалю: крохмаль гідролізується до глюкози, яка ізомеризується у фруктозу та гідруванням перетворюється у сорбіт, або йде на отримання інших продуктів – етанолу, молочної кислоти, лимонної кислоти; гідролізат змішується з волокнами для кормів худобі.

Сировиною для виробництва кристалічної глюкози є крохмаль, отриманий з кукурудзи, чи пшениці, хоча може бути використаний і картопляний крохмаль. Однак картопляний крохмаль є незамінною сировиною в інших галузях промисловості і для виробництва глюкози не використовується. Основна сировина для виробництва кристалічної глюкози – кукурудзяний крохмаль.

Крохмаль використовують як клей, як мікробіологічне середовище при одержанні різних ензимів, антибіотиків, вітамінів, а також як основа штучних біодеградабельних біополімерів.

У лікарській практиці крохмаль дуже часто використовують як наповнювач і субстрат для виготовлення таблеток (як наповнювач у твердих лікарських формах) і облаток та у пастах, у присипках та мазах застосовують при хворобах шкіри, у вигляді відвару (клейстеру) – при захворюваннях травного каналу як обволікаючий засіб. Крохмаль і декстрини (продукти неповного гідролізу лінійних полісахаридів) позитивно впливають на холестериновий обмін, поліпшують травлення. Він входить як важливий компонент практично до всіх дієт.

Основний об'єм крохмалепродуктів готують з кукурудзи, на частку якої припадає 45 млн т, решту сировинної бази становить тапіока (5 млн т), пшениця (4 млн т) і картопля (2,5 млн т).

Амілопектин придатний для виробництва плівок і пакувального матеріалу, які можна після використання повністю компостувати.

10.3. Особливості виробництва крохмалю із зерен кукурудзи

Виробництво має відмінності у зв'язку з особливостями будови кукурудзяного зерна і його хімічного складу. До них слід віднести наявність великого зародка, міцної роговинної оболонки і неоднорідність ендосперму за хімічним складом. Зерно містить крохмалю до 70 %, білка 10–13 %, жиру – до 6,5 % від сухої маси.

Технологічний процес передбачає добути максимум крохмалю у найбільш чистому вигляді, ефективно виділити і раціонально використати інші цінні складові частини зерна. Із кукурудзяного зерна одержують: крохмаль; зародок, який використовують для виробництва кукурудзяної олії; м'язгу, як корм для тварин; глютен

(білок), який використовують разом з м'язгою як корм для тварин або як сировину для одержання глютамінової кислоти; екстракт, що застосовують після упарювання у виробництві сухих кормів або у виробництві пресованих дріжджів і антибіотиків.

Технологічний процес переробки кукурудзяного зерна складається з основних стадій: замочування зерна, дроблення зерна, відділення зародка, помелу кашки, ситуння суспензій, виділення крохмалю із крохмале-білкової суспензії, промивання крохмалю.

Замочування зерна – одна з найбільш важливих технологічних операцій у виробництві. Його мета – розм'якшити зерно, щоб виділити крохмаль і відділити оболонку зерна, оболонки клітин ендосперму, зародок і глютен; вивести із зерна у воду більшу частину розчинних речовин – цукри, декстрини, амінокислоти, деякі білки, пектинові речовини, які утруднюють виділення і промивання крохмалю; завершити очистку зерна з поверхні.

У процесі замочування зерна за підвищеної температури з додаванням SO_2 ферменти до кінця замочування інактивують, із мікроорганізмів залишаються дієвими тільки молочно-кислі бактерії. Сірчиста і молочна кислоти дезагрегатують і розчиняють білки, які сприяють кращому розм'якшенню зерна і його розпаду на складові частини. Сірчиста кислота перетворює напівпроникну насіннєву оболонку у проникну, вбиває живі клітини зерна, від чого підвищується швидкість набухання зерна і дифузія екстрактивних речовин у воду. Крім того, вона виявляє антисептичну і відбілюючу дію. А з іншого боку, сірчиста кислота негативно змінює крохмаль, в'язкість крохмального клейстеру зменшується на 10–20 %.

Замочування зерна здійснюють з додаванням 0,18–0,25 % SO_2 за температури 48...52°C протягом 36–55 год, залежно від вологості і ступеня роговидності ендосперму зерна. Процес відбувається в замочувальних апаратах місткістю до 70 т кукурудзи, які групують у батареї. Вологість замоченого зерна 40–46 %, розчинних речовин в ньому повинно бути 2,0–2,5 %; вихід сухих речовин екстракту 7,0–8,5 % від маси сухого зерна.

Дроблення зерна. Основна мета – виділення зародка і деякої кількості крохмалю. При замочуванні зв'язок зародка з ендоспермом сильно послаблюється. Зародок стає еластичним і не подрібнюється в процесі дроблення. Дроблення проводять у два прийоми на *дискових, жорнових посадах* з проміжним відбором вільного зародка із кашки до його повного відділення. За оптимального режиму роботи на першому дробленні зерна виділяють 75–85 % зародка і 20–25 % крохмалю, на другому 15–20 % зародка і 10–15 % крохмалю.

Виділення зародка. Після першого і другого дроблення кашку спрямовують у безперервно діючі апарати – *зародковідділювачі*. Робота останніх ґрунтується на тому, що відносна густина зародка, який містить 50–55 % жиру, значно нижча густини ендосперму.

Зародковідділювачі можуть бути двох типів: *сепаратори*, в яких зародок виділяється від кашки під впливом гравітаційних сил і *гідроциклони*, які відділяють зародок від кашки під впливом відцентрових сил. Під час роботи машин створюють таку концентрацію крохмальної суспензії, щоб її відносна густина була більша густини зародка і менша, ніж кашки. Зародок, після його виділення, разом з крохмальним молоком проціджується на ситах, промивається водою для вимивання вільного крохмалю, частково збезводнюється на шнек-пресах.

Помел кашки. Після відділення зародка кашка являє собою суспензію, тверда фаза якої складається із: крупних частинок зернових оболонок, зв'язаних із залишками кремнистого ендосперму; частинок дробленого ендосперму без оболонки (крупка); крохмальних зерен; частинок білка (глютен).

Мета тонкого подрібнення – розірвати клітини ендосперму зерна, які утримують основну масу крохмалю, по можливості не подрібнюючи оболонки зерна, оскільки із мілкої м'язги крохмаль погано відмивається. Перед помелом від кашки відділяється все, що не потребує подрібнення – вільний крохмаль, глютен і мілку м'язгу на сепараторному ситі. Для мокрого помелу кашки застосовують жорнові посади або млини ударного типу.

Ситування суспензії. Мета ситування – відділення й очистка крохмалю від клітковини та інших нерозчинних домішок. Ситування може здійснюватись як з додаванням рідини в продукт перед ситом, так і без додавання. У першому випадку проводиться максимальне видалення крохмалю і сам процес називається промиванням. У другому – процес називають проціджуванням, за якого продукти розділяються на дві фракції. Промита м'язга збезводнюється на шнек-пресах до 60 %. Крохмальне молоко після проціджування надходить на рафінування для остаточного виділення мілкої м'язги. Вона збезводнюється на фільтр-пресах до 64–68 % і відправляється разом із попередньою на завод кормів.

Виділення крохмалю із крохмале-білкової суспензії. Рафіноване крохмальне молоко містить близько 10–11 % сухих речовин в склад яких входить 88–92 % крохмалю, 6–10 % білка, 0,5–1 % жиру, 0,2–0,4 % золи і 2,5–6,0 % розчинних речовин. Відділення від крохмалю глютену ґрунтується на різній густині речовин. Густина безводного крохмалю 1610, глютену – 1176, м'язги – 130 і піску – 2500 г / л. Для осадження крохмалю і відділення глютену застосовують відцентрові сепаратори.

Промивання крохмалю. Для звільнення крохмалю від розчинних і нерозчинних домішок його промивають на вакуум-фільтрах або на багатоступінчатих гідроциклонних станціях. Залежно від крохмалистості сировини вихід крохмалю становить 60–66 % від маси безводної кукурудзи, коефіцієнт добування крохмалю становить 85–93,5 %. Сушіння і зберігання крохмалю проводиться аналогічно картопляному крохмалю.

10.3.1. Одержання додаткових продуктів кукурудзяно-крохмального виробництва

На долю крохмалю припадає $\frac{2}{3}$, а на долю додаткових продуктів – $\frac{1}{3}$ переробленої кукурудзи.

Використання зародка. Вихід зародка при одержанні крохмалю становить 7–8 % від маси сухої речовини зерна кукурудзи. Вміст жиру в

ньому в середньому 54–57 %. Із зародка виробляють кукурудзяну олію способом пресування. Коефіцієнт добування олії становить 89–93 %, тобто вихід олії – 2,8–3,3 % від маси абсолютно сухої речовини кукурудзи.

Виробництво кормів. З одержаної в процесі виробництва крохмалю крупної і мілкої м'язги, глютену і екстракту виробляють змішаний кукурудзяний корм. При його виробництві додають макуху – відходи після добування олії із зародка, верхню частину оболонки зерна, яка відділяється при висушуванні зародка перед добуванням олії, жировий і діатомітовий бруд із паточного цеху, а також січку і частково стрижні качанів кукурудзи. Виробництво корму складається із таких операцій: механічного збезводнення, попереднього сушіння, подрібнення корму, остаточного сушіння, просіювання, пакування.

Сухий кукурудзяний змішаний корм являє собою сіру або сіро-жовту пухку масу з розміром частинок до 10 мм і містить 20–22 % білка (протеїну), 18–25 % крохмалю, 7–9 % жиру і 1–4 % золи. Вологість його 12 %. У 100 кг товарного корму міститься 125–135 кормових одиниць. За засвоєнням і за поживністю ці корми одні із кращих концентрованих білкових кормів.

Виробництво кукурудзяного екстракту. Кукурудзяний екстракт містить 8–9 % сухих речовин. Під час використання екстракту у виробництві кормів його упарюють до 35–40 % сухих речовин, а потім змішують із сирими кормами перед їх висушуванням. Якщо екстракт використовують на виробництво антибіотиків і хлібопекарських дріжджів, його упарюють до вмісту сухих речовин близько 50 %. Процес упарювання ведуть у багатокорпусних випарниках.

10.4. Особливості виробництва крохмалю із зерна пшениці

Зерно пшениці містить 58–76 % крохмалю, 12–15 % білків, 1,7–2,3 % жирів, 2,4–3,7 % клітковини, 5,8–8,5 % пентозанів, 1,6–2,3 % мінеральних солей (на абсолютно суху речовину).

Зерна крохмалю в клітинах пшеничного ендосперму склеєні з клітинними оболонками, а також одне з одним білковими важко-розчинними у воді речовинами. У той же час такі білки як

глобуліни, що не розчиняються у воді, досить легко розчиняються в слабких розчинах солей. Хоч глобулінів у клейковині пшениці лише 1,0–1,5 %, проте їх розчинення настільки звільняє крохмальні зерна, що крохмаль із тіста легко вимивається.

Добувають крохмаль із пшениці так званим *солодким методом*. Технологічний процес виробництва включає: розмелювання зерна до борошна, розклад білкових речовин, вимивання крохмалю, ситкування суспензії, промивання крохмалю.

Борошно одержують на жорнових посадах, вальцьових верстатах і подають для одержання тіста. До борошна подають воду і поварену сіль з таким розрахунком, щоб одержати тісто в якому 55–60 % води і 1% солі. Процес розчинення білкових речовин триває 3–5 год. При цьому глобуліни переходять у розчин, а мікробіологічні процеси протягом цього терміну не встигають помітно розвинути.

Тісто подають у сітчасті барабани відмивних апаратів. Барабан відмивного апарата занурений у ванну з водою. У ньому є вал з мішалками. Унаслідок його обертання тісто у воді легко вимішується, крохмаль вимивається. Суспензію крохмалю (крохмальне молоко) спрямовують на ситкування з метою виділення м'язги. Крохмальне молоко рафінують, промивають, як і при виробництві кукурудзяного крохмалю. Клітковину, яка залишилась у барабані, збезводнюють, висушують і використовують, як віденський клей або домішку до концентрованих кормів для тварин. У клейковині залишається деяка кількість крохмалю (2–3 %), а тому загальний вихід його за такого методу добування не відповідає теоретично можливому і становить 48–60 %.

Зерно пшениці надзвичайно цінне в харчовому відношенні. Для виробництва крохмалю використовують зіпсоване зерно або борошно, в яких клейковина втратила свої позитивні якості від несприятливих умов зберігання.

10.5. Особливості виробництва крохмальної патоки

Крохмальна патока є продуктом неповного гідролізу крохмалю розбавленими кислотами або амілолітичними ферментами. Вона являє собою безбарвну або злегка жовтувату дуже в'язку рідину солодкого смаку. Солодкість її у три–чотири рази нижча солодкості сахарози. Залежно від ступеня гідролізу крохмалю патока містить різну кількість глюкози, мальтози і декстринів. Цим і визначається специфічність її використання як додаткової сировини для одержання окремих видів харчових продуктів. Патока використовується як антикристалізатор при виробництві карамелі, варці варення, фруктових сиропів, повидла, для згущення лікерів, під час виробництва деяких сортів пива, для підсолоджування напоїв і покращання якості хлібобулочних виробів. Патоку із вмістом редуруючих речовин нижче 32 % і вище 70 % не виробляють. У першому випадку вона стає каламутною через випадання декстринів, а у другому – починає кристалізуватися глюкоза.

Найважливішими стадіями технологічного процесу виробництва патоки є підготовка крохмалю до переробки, гідроліз крохмалю, нейтралізація гідролізату, фільтрація сиропів, концентрування рідких сиропів, уварювання очищених густих сиропів до патоки, охолодження патоки.

Головна вимога до сировини – мінімальний вміст у крохмалі домішок, які негативно впливають на процес і якість готової продукції. У кукурудзяному крохмалі загальна кількість домішок не повинна: перевищувати 1,7–0,8 %.

Крохмаль гідролізують у вигляді крохмального молока (гідросуспензія) за температури 100...150°C, застосовуючи як каталізатор сірчану або соляну кислоти. Спочатку проходить послаблення і розрив зв'язків між макромолекулами амілопектину і амілози, що супроводжується порушенням структури крохмальних

зерен і утворенням гомогенної маси. А надалі розриваються в полісахаридах і задні зв'язки, а на їх місці приєднується молекула води. Проходження процесу гідролізу контролюють за забарвленням, при додаючи йод.

Після досягнення заданого ступеня оцукрення припиняють гідроліз крохмалю шляхом нейтралізації гідролізату. Якщо як каталізатор використовують сірчану кислоту, нейтралізацію гідролізату проводять крейдою при температурі 96...98°C. Гідролізати, оцукрені з допомогою соляної кислоти, нейтралізують содою при температурі 140°C. Для видалення суспензованих речовин нейтралізовані сиропи фільтрують на фільтр-пресах.

Паточні сиропи після фільтрації забарвлені в жовтий колір, інтенсивність забарвлення залежить від чистоти крохмалю та умов і способів гідролізу і нейтралізації. Для повного знебарвлення сиропу, видалення запаху, зменшення кислотності і видалення частини мінеральних солей застосовують очистку його адсорбентами (кісткове або вугілля). Потім рідкий паточний сироп концентрують шляхом уварювання на випарних апаратах і уварюють у вакуум-апаратах до готової патоки із вмістом сухих речовин 78 %. Для попередження зміни кольору її охолоджують до 40...50°C і самопливом спрямовують у збірники.

Залежно від призначення (за загальною кількістю редукуючих речовин) крохмальну патоку виробляють двох видів: карамельну трьох сортів – низькооцукрену, вищого і першого сорту та глюкозну високооцукрену. У низькооцукреній патоці повинно міститися 32–34 % редукуючих речовин, у глюкозній високооцукреній – 44–60 %.

Контрольні запитання

1. На чому ґрунтується виробництво крохмалю з картоплі?
2. Які основні технологічні операції виробництва крохмалю з картоплі?

3. У чому особливість видалення крохмалю із зерна кукурудзи і який технологічний процес його виробництва?
4. Які додаткові продукти кукурудзяно-крохмального виробництва і їх використання?
5. У чому особливість виділення крохмалю із зерна пшениці?
6. Які стадії технології виробництва крохмальної патоки?

Список рекомендованої літератури

1. Борковский В.А. Технологии зерноперерабатывающих производств / В.А. Борковский, М.И. Мерко, Е.М. Мельников. – М.: Интерграф Сервис, 1999. – 472 с.
2. Жемела Г.П. Справочник по качеству зерна / Г.П. Жемела, Л.П. Кучумова, З.Ф. Аниканова. – К.: Урожай, 1988. – 216 с.
3. Жемела Г.П. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. / Г.П. Жемела, В.І. Шемавнєв, О.М. Олексик. – Полтава, 2003 – 420 с.
4. Зберігання і технологія сільськогосподарських продуктів / Б.В. Лесик, Л.О. Трисвятський, М.В. Сабуров, В.Л. Сніжко. – К.: Вища шк., 1973. – 401 с.
5. Зберігання і переробка продукції рослинництва / Г.П. Подпрятів, Л.Ф. Скалецька, А.М. Сеньков, В.С. Хилевич. – К.: Мета, 2002. – 495 с.
6. Колтунов В.А. Якість продовольчої продукції та технологія її зберігання. Ч. 1. Якість і збереження картоплі та овочів / В.А. Колтунов – К.: КНТЕУ, 2004. – 567 с.
7. Там само. Ч. 2. Якість і збереження плодів та ягід / В.А. Колтунов – К.: КНТЕУ, 2004. – 248 с.
8. Кузьмина Н.П. Зерно / Н.П. Кузьмина. – М.: Колос, 1969. – 367 с.
9. Литовченко О.М. Виноробство із плодів та ягід / О.М. Литовченко, А.Ю. Токар. – Умань, 2007. – 428 с.
10. Мельник Б.Е. Технология приемки, хранения и переработки зерна / Б.Е. Мельник, Б.В. Лебедев, Г.А. Вишняков. – М.: ВО "Агропромиздат", 1990. – 366 с.
11. Найченко В.М. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів з основами стандартизації /В.М. Найченко, О.С.Осадчий. – К.: Школяр, 1999. – 502 с.
12. Осокіна Н.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва /Н.М. Осокіна, Г.С. Гайдай. – Умань, 2005. – 612 с.

13. Подпратов Г.І. Технологія виробництва борошна, крупів та олії / Г.І. Подпратов, Л.Ф. Скалецька. – К.: Вид-во НАУ, 2000. – 200 с.
14. Полищук С.Ф. Справочник по качеству овощей и картофеля /С.Ф. Полищук – К.:Урожай, 1991. – 224 с.
15. Пузік Л.М. Збереження якості овочів, плодів та картоплі / Л.М. Пузік – Х.: КП «Друкарня №13», 2006. – 226 с.
16. Пузік Л.М. Технологія зберігання плодів, овочів та винограду / Л.М. Пузік, І.М. Гордієнко. –Х.: «Майдан», 2011. – 333 с.
17. Пузік Л.М. Технологія зберігання і переробки зерна. /Л.М. Пузік, В.К. Пузік. – Х.: Точка, 2013. – 311 с.
18. Сапронов А.Р. Технология сахара /А.Р. Сапронов. – М.: Легкая пром-сть, 1983. – 231 с.
19. Сафронова О.М. Управління якістю продуктів переробки с.-г. сировини /О.М. Софронова – Х.: Вид-во навч. метод. центру заоч. навч. с.-г. вузів України, 2001. – 265 с.
20. Скрипников Ю.Г. Прогрессивная технология хранения и переработки плодов и овощей /Ю.Г. Скрипников. – М.: Агропромиздат, 1989. – 159 с.
21. Справочник по качеству зерна / под ред. Г.П.Жемелы. – К.: Урожай, 1983. – 176 с.
22. Технологические оборудования консервных заводов /М.С. Аминов, А.Н. Мальский, М.Я. Дикис, А.К. Гладушняк. – М.: Агропромиздат, 1986. – 318 с.
23. Трисвятский Л.А. Хранение зерна / Л.А. Трисвятский. – М.: Агропромиздат, 1986. – 351 с.
24. Трисвятский Л.А. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов / Л.А. Трисвятский, Б.В. Лесик, В.Н. Курдина. – М.: Агропромиздат, 1991. – 412 с.

ЗМІСТ

Вступ

Розділ 1. Характеристика зерна (насіння) як об'єкта

переробки.....	8
1.1. Компоненти хімічного складу зерна і насіння.....	8
1.1.1. Вода.....	8
1.1.2. Мінеральні речовини.....	10
1.1.3. Азотні речовини.....	11
1.1.4. Вуглеводи.....	36
1.1.5. Ліпіди.....	43
1.1.6. Вітаміни.....	50
1.1.7. Феноли.....	53
1.1.8. Ферменти.....	54
1.1.9. Пігменти.....	55
1.1.10. Флавоноїди.....	55
1.1.11. Кислотність зерна.....	56
1.2. Фізичні властивості зерна.....	60
1.3. Технологічні властивості зерна.....	65
1.4. Загальні показники якості партій зерна і насіння різного призначення.....	68
1.4.1. Ознаки свіжості і дефектності зерна.....	68
1.4.2. Пошкодження зерна комахами-шкідниками.....	73
1.4.3. Зерно, уражене хворобами.....	76
1.4.4. Вологість.....	79
1.4.5. Засміченість.....	81
1.5. Показники якості партій зерна і насіння окремих культур та певного цільового призначення.....	83
1.5.1. Натура.....	83
1.5.2. Крупність і вирівняність.....	85
1.5.3. Плівчастість і вміст ядра.....	86
1.5.4. Консистенція ендосперму.....	87
1.5.5. Енергія проростання і життєздатність зерна.....	92
1.6. Технологічна оцінка зерна пшениці та жита.....	93
1.6.1. Склад і властивості клейковини.....	93

1.6.2. Фактори, що впливають на кількість і якість клейковини.....	99
1.6.3. Характеристика зерна пшениць.....	103
1.6.4. Методи визначення "сили" пшениці.....	104
1.6.5. Оцінка придатності зерна жита для виробництва хліба	110
1.6.6. Оцінка зерна для виробництва борошна.....	112
1.6.7. Оцінка зерна пшениці для виробництва макаронів.....	113
Контрольні запитання	113
 Розділ 2. Виробництво борошна.....	115
2.1. Виробництво борошна.....	117
2.2. Сорти пшеничного борошна.....	121
2.3. Обладнання борошномельного виробництва...	124
2.4. Помели зерна.....	131
2.5. Технологія борошномельного виробництва.....	132
Контрольні запитання	145
 Розділ. 3. Виробництво крупів.....	146
3.1. Сировина для виробництва крупів.....	146
3.2. Показники якості круп.....	149
3.3. Характеристика круп із зерна річних культур.....	153
3.4. Схема технологічного процесу та обладнання крупорушок сільськогосподарського типу.....	166
3.5. Зберігання круп.....	178
Контрольні запитання	179
 Розділ 4. Технологія виробництва хліба.....	180
4.1. Харчова цінність хлібобулочних виробів.....	181
4.2. Характеристика сировини для виробництва хліба.....	183

4.3. Значення поліпшувачів хлібопекарських властивостей у сучасних умовах. Їх класифікація та поширення.....	189
4.4. Основні стадії виробництва хліба.....	195
4.4.1. Способи приготування пшеничного тіста....	201
4.4.2. Способи приготування житнього тіста.....	204
4.4.3. Охолодження і тимчасове зберігання виробів.....	219
4.4.4.Реалізація готової продукції.....	220
4.5. Класифікація та асортимент хлібобулочних виробів.....	221
4.6. Основні показники якості хліба і хлібобулочних виробів.....	231
Контрольні запитання	236
 Розділ 5. Технологія макаронних виробів.....	237
5.1. Класифікація макаронних виробів.....	239
5.2. Сировина для виробництва макаронних виробів.....	243
5.3. Основні технологічні стадії виробництва.....	248
5.3.1. Підготовка сировини до виробництва.....	248
5.3.2. Приготування макаронного тіста.....	252
5.3.3. Вакуумування тіста.....	257
5.3.4. Приготування готової продукції.....	257
5.3.5. Відбракування та пакування виробів	263
5.3.6. Реалізація готової продукції.....	264
5.4. Основні показники якості макаронних виробів.....	265
Контрольні запитання	271
 Розділ 6. Виробництво олії	272
6.1. Сировина та її якість.....	272
6.2. Способи виробництва олії.....	283

6.3. Рафінація олії.....	292
6.4. Відходи переробки насіння соняшнику та їх використання.....	298
Контрольні запитання	299
 Розділ 7. Характеристика плодів та овочів як об'єкта переробки	300
7.1. Загальна характеристика основних компонентів хімічного складу овочів, фруктів та ягід	300
Контрольні запитання	325
 Розділ 8. Основи консервування плодів та овочів.....	326
8.1. Фізичні методи.....	326
8.2. Вимоги до сировини і підготовка її до переробки.	339
8.3. Продукти переробки фруктів і овочів.....	355
8.4. Швидкозаморожені овочеві та фруктові продукти	363
8.5. Сушіння плодів та ягід.....	365
8.6. Використання відходів переробки плодів і ягід....	376
8.7. Хімічні методи консервування.....	383
8.8. Мікробіологічні методи консервування.....	391
8.8.1. Квашення плодів і ягід.....	397
8.8.2. Квашення капусти	399
8.8.3. Соління огірків.....	401
8.8.4. Соління томатів.....	402
8.8.5. Виробництво вина.....	403
8.8.6. Історія виноробства.....	405
8.8.7. Відмінність плодово-ягідних вин.....	406
8.9. Технологія виробництва плодово-ягідних вин	414
Контрольні запитання	421
 Розділ 9. Зберігання і переробка цукрових буряків.....	422
9.1. Особливості хімічного складу коренів цукрових	

буряків.....	422
9.2. Технологічні вимоги до цукрових буряків.....	427
9.3. Фактори, що впливають на лежкість цукрових буряків.....	428
9.4. Зберігання цукрових буряків у кагатах.....	434
9.5. Короткотермінове зберігання цукрових буряків у полі.....	439
9.6. Особливості зберігання маточників цукрових буряків.....	440
9.7. Особливості зберігання цукрових буряків фуражного призначення.....	441
9.8. Основи виробництва цукру-піску.....	443
9.9. Відходи цукрового виробництва і їх використання.....	458
9.10. Виробництво цукру-рафінаду.....	459
Контрольні запитання	460
 Розділ 10. Основи крохмале-патокового виробництва.....	462
10.1. Основні відомості про крохмаль.....	462
10.2. Виробництво крохмалю із картоплі.....	468
10.3. Особливості виробництва крохмалю із зерен кукурудзи.....	483
10.3.1. Одержання додаткових продуктів кукурудзяно-крохмального виробництва	486
10.4. Особливості виробництва крохмалю із зерна пшениці.....	487
10.5. Особливості виробництва крохмальної патоки.....	489
Контрольні запитання	490
 Список рекомендованої літератури	492

Навчальне видання

Пузік Людмила Михайлівна

Пузік Володимир Кузьмич

Рожков Артур Олександрович

Технологія переробки продукції рослинництва

Посібник

Редактор: А.М.Чорна

Коректори: І.О. Бутильська, М.А. Захарченко

Комп'ютерний набір і верстка Л.М. Пузік

Підп. до друку 22. 12. 2014. Форма 60x84/16. Гарнітура Таймс.

Друк офсетний. Обсяг: 29,0 ум.-друк. арк., 24,0 обл.-вид. арк.

Тираж 300.

Замовлення №

Виробник – редакційно-видавничий відділ Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва

62483, Харківська обл., Харківський р-н, п/в “Комуніст-1”, тел. 99-72-70,

E-mail: admin@agrouniver.kharkov.com

Виготовлювач –