



Рожко І.С., Решетило Л.І.

Основи переробки зернових культур

Навчальний посібник



Рожко І.С., Решетило Л.І.

Основи переробки зернових культур

Навчальний посібник

Львів
Растр-7
2020

УДК
ББК

*Автори: к.с-г. н., доц. Рожко І.С.,
к.т. н., доц. Решетило Л.І.*

*Рецензенти: д. б. н., проф., професор Львівського державного
університету внутрішніх справ, академік АНВО
України Сибірна Р.І.
к. с-г. н., доц., доцент кафедри технологій у
рослинництві Львівського національного аграрного
університету Борисюк В.С.*

*Рекомендовано до друку Вченою радою Львівського національного аграрного
університету.
Протокол № 5 від 20.05.2020 р.*

Видається у авторській редакції

Рожко І.С., Решетило Л.І. Основи переробки зернових культур [текст] :
навчальний посібник / І.С. Рожко, Л.І. Решетило. Львів : Видавництво «Растр-
7», 2020. 150 с

У навчальному посібнику розглянуто компоненти хімічного складу зерна, основні способи його технологічної переробки, прийоми та етапи підготовки зернової сировини до переробки, інноваційні технології переробки зерна, умови та способи зберігання зерна і продуктів його переробки.

Навчальний посібник призначений для студентів закладів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, які навчаються за ОПП «Захист і карантин рослин».

Навчальний посібник буде корисним для дотичних спеціальностей та практичних працівників.

УДК
ББК

© Рожко І.С., Решетило Л.І., 2020
©Видавництво «Растр-7»

ЗМІСТ

Вступ	5
РОЗДІЛ 1. Будова та хімічний склад зерна	7
Вода	
Мінеральні речовини	
Азотисті речовини	
Вуглеводи	
Жири	
Вітаміни	
Пігменти	
Ферменти	
РОЗДІЛ 2. Екологічні умови агросередовища: абіотичні, біотичні, антропогенні фактори впливу на якість зерна	29
РОЗДІЛ 3. Технологічна якість сировини, стандартизація продуктів переробки	35
РОЗДІЛ 4. Основи переробки зерна на борошна	40
Зерно, як сировина для виробництва борошна	
Технологія виробництва борошна	
Класифікація та асортимент борошна	
Сучасні способи зберігання борошна	
Відходи борошномельного виробництва, їх використання	
РОЗДІЛ 5. Основи переробки зерна на крупу	70
Показники якості круп'яного зерна	
Технологія виробництва крупів	
Крупи, що швидко розварюються	
Класифікація та асортимент крупів	
Крупи підвищеної біологічної цінності	100
Показники якості крупів	101
Сучасні способи зберігання крупів	
Інформаційні джерела	
ДОДАТКИ	

У результаті вивчення даного курсу студент повинен набути наступні компетентності:

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК9. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Фахові компетентності (ФК):

ФК2. Здатність інспектувати об'єкти регулювання з метою забезпечення дотримання ними фітосанітарних заходів у процесі виробництва, зберігання, транспортування, реалізації, експорту, імпорту, транзиту продукції рослинного походження.

ФК12. Здатність вирощувати, розмножувати сільськогосподарські культури та здійснювати технологічні операції з первинної переробки і зберігання продукції.

Та програмні результати навчання:

РН8. Уміти координувати, інтегрувати та удосконалювати організацію виробничих процесів під час проведення заходів із захисту рослин.

РН9. Ефективно планувати час для отримання прогнозованих результатів діяльності із захисту і карантину рослин.

РН12. Дотримуватися вимог охорони праці.

РН14. Застосовувати міжнародні та національні стандарти і практики в професійній діяльності.

Зернові культури у сільськогосподарському виробництві у світі займають провідне місце. В Україні вони займають 45–50% загальної зернової площі.

Зернові культур належать до ботанічних родин злакових (*Gramineae*) або тонконогових (*Poaceae*), бобових (*Fabaceae*, *Leguminosae*) та гречкових (*Polygonaceae*). У виробничому відношенні їх об'єднує здатність утворювати зерно, яке є узагальненою назвою плодів – зернівок у злакових рослин, горішків у гречки та насіння – у бобових рослин.

Зерно цих рослин має важливе сировинне, продовольче, технічне, кормове й насіннєве значення.

Використання зерна в різних галузях народного господарства залежить від його хімічного складу. З огляду на біохімічний склад, співвідношення його компонентів, цільове призначення зерно поділяють на борошномельне, круп'яне, фуражне та технічне.

Для виробництва хлібопекарського борошна використовують зерно м'якої скловидної пшениці з вмістом білка до 14% і клейковиною високої якості та жита з вмістом білка в межах від 9 до 20%. За харчовою цінністю житній хліб не поступається пшеничному, до того ж його біологічна цінність вища, завдяки краще збалансованому за вмістом незамінних амінокислот білку та вищому вмісту деяких вітамінів і мінеральних речовин.

Для кондитерської промисловості більш придатне пшеничне борошно із вмістом білка до 9–11% і високим вмістом крохмалю.

Для макаронної промисловості борошно виробляють переважно із твердих пшениць.

Універсальне призначення має зерно кукурудзи, оскільки його використовують у борошномельній, круп'яній, пивоварній, солодовій галузях, переробляючи на борошно, крупи, крохмаль, глюкозу, патоку та на корм тваринам

В Україні на перспективу збільшення виробництва зерна є раціональним, оскільки має загальнодержавне, економічне і соціальне значення.

РОЗДІЛ 1. Будова та хімічний склад зерна

Зерно культур різних видів відрізняється за будовою і хімічним складом.

Зерно злакових рослин складається з оболонки, зародка й ендосперму. У зерні пшениці оболонка займає 8,9–9,0%, зародок 3,15–3,25%, ендосперм 80,0–82,0%, алейроновий шар 6,8–6,9%. Зерно жита має більше оболонки – 11,8–12,2%, алейронового шару – 11,0–12,0% і зародка – 3,4–3,6% та менше ендосперму – 72,0–74,0%. Зерно кукурудзи відрізняє великий зародок, який займає 1/3 об'єму маси зерна (10,0–12,0%).

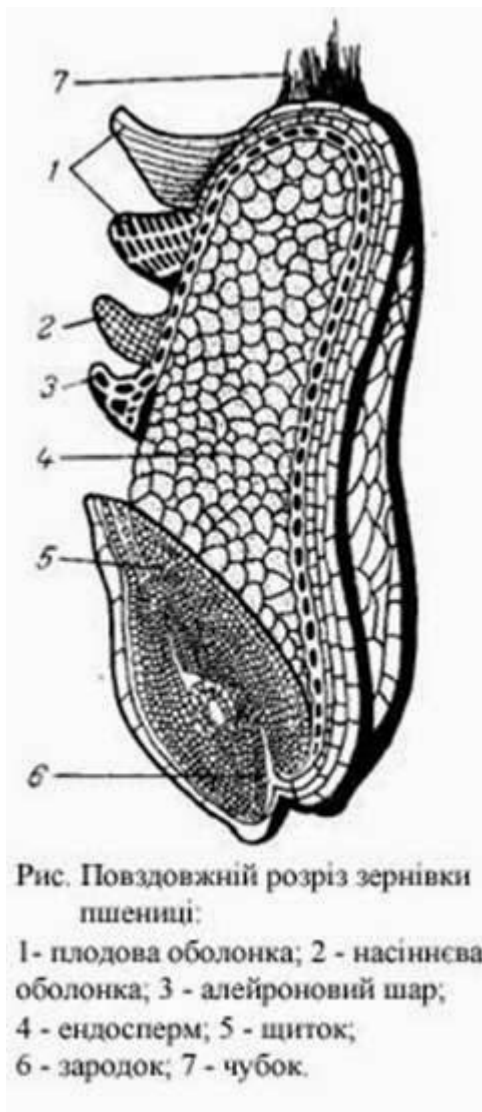


Рис. Повздовжній розріз зернівки пшениці:

1 - плодова оболонка; 2 - насіннева оболонка; 3 - алейроновий шар; 4 - ендосперм; 5 - щиток; 6 - зародок; 7 - чубок.

Зерно зверху вкрите плодовою оболонкою до якої прилягає насіннева оболонка. Оболонки малоцінні у продовольчому значенні, однак є важливими при зберіганні зерна. У ендоспермі (борошнисте ядро), зокрема у алейроновому шарі міститься білок, жир, вітаміни. Зародок, який багатий на жири, білки, вітаміни, ферменти розташований у нижній частині зерна з випуклого боку.

Під час переробки зерна зародок переважно відокремлюється від ендосперму й надалі переробляється за іншими технологіями.

У плівчастих злаків (просо, рис, ячмінь, овес) зерно вкрите квітковими плівками, які легко відділяються від зерна.

Зерно гречки – горішок тригранної форми, вкритий плодовою оболонкою, яка складає 20,0% маси зерна під якою знаходиться тонка насіннева оболонка. На ендосперм гречки припадає 60,0–65,0%, алейроновий шар 3,0–5,0% маси зерна. У зерні гречки всередині ендосперму є великий зародок, який займає 15,0–16,0% від маси зерна й має форму зігнутої пластинки у вигляді букви S.

Насіння бобових культур міститься всередині плоду (бобу), який складається з двох сім'ядоль між якими знаходиться зародок. Зверху плід вкритий безбарвною або забарвленою насінневою оболонкою.

Різні частини зерна відрізняються як в масовому співвідношенні, так і за хімічним складом та біохімічними властивостями, що має певний вплив на споживні властивості продуктів переробки. Так, при виробництві борошна й крупів повністю або частково видаляють оболонки зерна, оскільки високий вміст у них напівклітковини, клітковини, барвних речовин погіршує колір, консистенцію, знижує харчову цінність.

Зерно містить різні *хімічні речовини*, які визначають його біологічну та харчову цінність. Хімічний склад зерна залежить від виду й родини зернової культури, природно-кліматичних умов, технології вирощування та інших факторів.

Хімічний склад зерна окремих культур наведено у табл.1.

За хімічним складом зерно поділяється на три групи: багате на крохмаль (55–80%); багате на білки (понад 20%); багате на жири (понад 35%).

До першої групи належить зернівка – плід злакових культур та плід гречки – горішок, які містять всі основні групи органічних

сполук (білки, жири, вуглеводи, пігменти, вітаміни, ферменти), мінеральні речовини та воду.

Таблиця 1

Хімічний склад зерна деяких зернових культур, %

Культура	Вода	Білок	Жири	Вугле- води	Клітко- вина	Зола
Пшениця м'яка	14,0	12,0	1,7	68,7	2,0	1,6
Пшениця тверда	14,0	13,8	1,8	66,6	2,1	1,7
Жито	14,0	11,0	1,7	69,6	1,9	1,8
Ячмінь	14,0	10,5	2,1	66,4	4,5	2,5
Кукурудза	14,0	10,0	4,6	67,9	2,2	1,3
Овес	12,8	10,2	5,3	59,7	10,0	3,0
Рис	12,0	6,7	1,9	63,8	10,4	5,2
Просо	12,5	10,6	3,9	61,1	8,1	3,8
Гречка	13,3	11,4	2,7	58,8	11,4	2,4
Горох	14,0	22,4	2,4	54,1	4,7	2,4
Квасоля	14,0	23,2	2,1	53,8	3,6	3,3
Сочевиця	14,0	24,2	1,7	53,3	4,0	2,8
Соя	10,0	36,5	17,5	26,0	4,5	5,5

У зернівці та горішку, в середньому, міститься 70–80% вуглеводів, основна маса яких складає крохмаль, 10–16% білків, 1,5–

6,0% жирів. До цієї групи відносяться хлібні злаки 1 групи (пшениця, жито, ячмінь, овес) та хлібні злаки 2 групи – просоподібні (кукурудза, просо, рис, сорго, чумиза та гречка).

До другої групи належить насіння бобових культур (горох, вика, квасоля, боби, чина, нут, сочевиця, люпин, лобія), у складі яких міститься 25–30% білків, 60–65% вуглеводів, 2–5% жирів.

До третьої групи належить насіння бобових та олійних культур, яке містить 25–40% жиру, 20–40% білків. Із бобових до цієї групи входять соя та арахіс.

Вода

У зерні та насінні є певна кількість *води*, відсотковий вміст якої залежить від роду зерна, його анатомічних особливостей, кількості гідролітичних колоїдів у зерні, ступеня стиглості зерна, умов зберігання та транспортування врожаю.

Згідно класифікації академіка Ребіндера П.О. вода в зерні є в кількох формах:

- *хімічно зв'язана*, яка входить до складу молекули складових речовин зерна у точно визначених співвідношеннях;

- *фізико-хімічно зв'язана*, яка входить до складу молекул складових речовин зерна у не строго визначених співвідношеннях. У зерні, яке містить фізико-хімічно зв'язану воду, фізіологічні процеси зведені до мінімуму, молекули води, сорбовані гідролітичними колоїдами, втрачають властивості розчинення, не можуть переміщуватися і брати участь у хімічних реакціях.

- *механічно зв'язана* (вільна), яка міститься в мікро- та макрокапілярах зерна і найлегше видаляється під час висушування.

Вода, що видаляється із зерна під час його інтенсивного висушування в цілому або розмеленому вигляді (за температури в 105°C до постійної маси або за температури в 130°C впродовж певного часу) називається *гігроскопічною* і до неї належить вся вільна вода.

Мінеральні речовини

Зерно й продукти його переробки містять більше 70-ти мінеральних речовин і є важливим їх джерелом для людини. Вміст мінеральних речовин (зольність) у зерні визначають шляхом повного його спалювання за температури 600–800°C.

За кількісним вмістом мінеральні речовини поділять на: *макроелементи*, частка яких є найбільшою і коливається у межах від десятих до сотих процента, *мікроелементи*, вміст яких коливається від тисячних до стотисячних часток відсотка і *ультрамікроелементи*, вміст яких складає мільйонні частки відсотка й менше.

Мінеральних склад деяких зернових культур наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Вміст мінеральних речовин у зерні, на 100 г істивої частини

Показник	Зернові культури						
	Пшениця м'яка	Пшениця тверда	Жито	Овес	Ячмінь	Гречка	Кукурудза
	Макроелементи, мг						
Калій	336	325	427	421	453	325	292
Кальцій	54	62	59	117	93	70	34
Кремній	65	-	85	1000	1000	120	60
Магній	108	114	120	135	153	98	104

Натрій	24	21	22	37	41	40	27
Сірка	85	100	65	175	150	55	114
Фосфор	379	368	366	361	353	334	301
Хлор	29	30	46	119	125	94	54
	Мікроелементи, мкг						
Алюміній	1445	1570	1640	1070	520	-	440
Бор	196	-	310	274	290	730	270
Ванадій	170	-	121	200	172	170	93
Залізо	5415	5260	5380	5530	10030	8270	3700
Йод	7,8	11	9,3	7,5	8,9	5,1	5,2
Кобальт	5,5	5,4	7,6	8,0	7,9	3,6	5,3
Марганець	3760	3700	2770	5250	2460	1760	1090
Мідь	470	530	460	600	470	660	290
Нікель	42,8	21,6	50,3	80,3	26,1	-	83,8
Олово	36,1	-	26,5	32,6	72,2	-	28,0
Селен	29,1	-	25,8	23,8	22,1	-	30,0
Титан	43,7	52,8	175,3	172,0	141,7	90,0	27,9
Фтор	70	80	67	117	106	33	64
Хром	5,5	5,5	7,2	12,8	10,0	6,0	8,0
Цинк	2790	2810	2040	3610	2710	2770	1730
Стронцій	193	203	-	121	-	304	-

У різних частинах зерна окремих культур мінеральні елементи розміщені нерівномірно. Так, у зерні пшениці вони сконцентровані переважно в оболонці, в кукурудзи – в зародку. Ці особливості враховують у технології переробки зерна, при розрахунку виходів готової продукції, стандартизації продуктів переробки.

З мінеральних елементів у зерні голозерних злаків переважають калій, магній і фосфор, у плівчастих – багато кремнію. У насінні сої, яку використовують для збагачення окремих харчових продуктів, міститься калію – 1607, кальцію – 348, кремнію – 177, магнію – 226, фосфору – 603, сірки - 214 мг/ 100 г, заліза – 9760, йоду – 8,2 мкг/100 г.

У зерні й насінні часом виявляють такі токсичні елементи, як свинець, кадмій, ртуть, миш'як та інші, що потрапляють у них з ґрунту, забрудненого різними промисловими відходами. У зв'язку з цим, встановлені гранично допустимі норми їх вмісту у продуктах переробки зерна, які повинні бути безпечними для споживання.

Азотисті речовини

Білки у зерні *злакових культур* становлять основну масу азотистих речовин. Середній вміст білків у злаках складає від 7 до 17%. Серед злаків найбільш білковмістною культурою є пшениця, найменше білку в кукурудзі й рисі.

Разом з білками в зерні містяться небілкові азотисті речовини, які включають вільні амінокислоти, пептиди, нуклеотиди та ін., кількість їх дуже обмежена й складає 2–3% від загальної кількості азотистих речовин. Вміст небілкових азотистих речовин змінюється залежно від ступеня зрілості й проростання зерна. Підвищена кількість небілкових азотистих речовин характерна для недостиглого або зіпсованого зерна.

Білки складаються з простих білків – протеїнів та складних – протеїдів. Протеїни представлені повноцінними білками: альбумінами та глобулінами, які містять усі незамінні амінокислоти:

валін, лізин, лейцин, ізолейцин, метіонін, треонін, триптофан, фенолаланін та проламінами і глютелінами, у амінокислотному складі яких відсутня одна або кілька незамінних амінокислот.

Вміст окремих білкових фракцій у зерні злакових культур наведено у табл. 3

Таблиця 3

Вміст окремих білкових фракцій у зерні злакових культур

Культура	Фракції (% від білкового азоту)				
	Альбуміни	Глобуліни	Проламіни	Глютеліни	Склеро-протейни
Пшениця м'яка	5,2	12,6	35,6	28,2	8,7
Жито	24,5	13,9	31,1	23,3	7,2
Ячмінь	6,4	7,5	41,6	26,6	17,9
Кукурудза	9,6	4,7	29,9	40,3	15,5
Овес	7,8	32,6	14,3	33,5	11,8
Гречка	21,7	42,6	U	12,3	23,3
Рис	11,2	4,8	4,4	63,2	16,4

Типовим альбуміном є білок пшениці – лейкозин, типовими глобулінами є гліцинінн сої, фезеолін квасолі, типовими проламінами є гліадин пшениці та жита, зеїн кукурудзи, гордеїн ячменю, оризенін рису, типовим глютеліном є глютенін пшениці.

До складу білків входять і так звані склеропротейни (нерозчинні білки), що містяться в оболонках і периферичних шарах зерна.

Особливістю білків даної фракції є міцні сполуки з лігніно-полісахаридним комплексом. Склеропротейіни виконують структурну функцію і малодоступні для травлення. Вміст білків різних груп у зерні різних культур різний. Альбуміни містяться у зерні в невеликих кількостях. Найбільш збалансованими за амінокислотним складом є зерно вівса, жито і рис.

Аналізуючи амінокислотний склад сумарних білків зерна різних злакових культур з погляду складу еталонного білка для харчування людей слід зазначити, що всі вони, за винятком вівса, бідні на лізин, а, за винятком, рису й сорго – на ізoleyцин. Для білків зерна пшениці, сорго, ячменю й жита характерна відносно невелика кількість метіоніну. Білки пшениці до того ж містять недостатню кількість треоніну, а білки кукурудзи – триптофану.

Вміст незамінних амінокислот у сумарних зернових білках наведено у табл.4.

Таблиця 4

Вміст незамінних амінокислот в сумарних зернових білках, %

Назва	Пшениця	Жито	Ячмінь	Овес без плівок	Рис	Просо	Кукурудза	Сорго	Гречка
Лізин	2,6	3,8	3,2	4,2	3,5	2,2	2,5	2,5	6,3
Метіонін	1,7	1,7	1,7	2,5	2,9	2,4	2,1	1,6	1,5
Триптофан	1,3	1,6	1,2	1,9	1,3	1,4	0,6	0,9	2,2
Валін	4,6	5,3	5,4	5,3	6,5	4,8	4,4	5,2	4,8
Ізолейцин	3,4	3,5	3,5	3,9	4,6	3,9	2,7	5,6	4,7
Лейцин	6,9	7,5	7,2	7,4	8,0	9,6	11,2	12,7	6,3

Треонін	2,6	3,2	2,9	3,3	3,5	3,3	3,2	2,7	3,2
Фенілаланін	4,3	5,2	5,1	5,3	5,2	4,8	4,1	4,3	4,1
Сирий білок (% с. р.)	13,5	11,5	12,5	17,1	7,8	11,0	9,5	11,2	11,1

Білки нерівномірно розподіляються між морфологічними частинами зерна: 65–75% припадає на ендосперм, до 15,5% – на алейроновий шар, до 22% – на зародок. Розподіл білка по частинах зернівки залежить від виду культури, сорту та ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

У ендоспермі білки розподілені також нерівномірно, концентрація їх знижується по мірі просування від субалейронового шару (периферичної зони зернівки) до центру. Центральна частина ендосперму містить порівняно мало білка: 7–9%.

Білки зародка й алейронового шару представлені, в основному, альбумінами й глобулінами, що виконують каталітичну функцію при проростанні зерна (ферменти), а білки ендосперму – альбумінами, глобулінами, проламінами і глютелінами.

Значна частина білків ендосперму злакових культур (до 80%) припадає на запасні білки: спирторозчинні проламіни і лужнорозчинні глютеліни. Альбуміни й глобуліни входять до складу мембран органел зерна, утворюють рибосоми, мітохондрії, ендоплазматичний ретикулум, є складовою частиною складних білків – нуклеопротейдів, ліпопротейдів, фосфопротейдів. Запасні білки ендосперму злаків зосереджені в білкових тілах, що мають простішу будову, ніж алейронові зерна (білкові тіла алейронового шару) зон під мембраною, що оточує крохмальні зерна.

За класифікацією Гесса білки поділяються на проміжні й прикріплені. Проміжні білки розташовуються між крохмальними зернами й відповідають білковій матриці, а прикріплені є залишками мембран крохмальних зерен. У жита і пшениці прикріплені білки характеризуються кращим амінокислотним складом. При помелі твердих і склоподібних м'яких пшениць розпад компонентів відбувається через крохмальне зерно та запасний білок, внаслідок чого крохмальні зерна руйнуються. При помелі зерна з борошністим ендоспермом тріщини утворюються не в крохмальних зернах, а навколо них, оскільки між білком і крохмалем існує відносно слабка взаємодія.

Серед злакових культур особливої уваги заслуговує білковий комплекс першої штучно створеної зернової культури, отриманої при схрещуванні пшениці (*Triticum*) й жита (*Secale*) – тритикале. З погляду поживності тритикале – цінна культура, оскільки її вирізняє відносно високий рівень білка (11,7–22,5%) та покращений амінокислотний склад в порівнянні з пшеницею. Амінокислоти в тритикале містяться, як правило, в кількостях, проміжних між батьківськими формами. У даній культурі геноми жита й пшениці не взаємодіють між собою з утворенням «нових» білків. В порівнянні з пшеницею тритикале містить більше водорозчинних і солерозчинних білків, але менше спирторозчинних і значно менше білків нерозчинного залишку, тому в хлібопекарстві вона може використовуватися тільки в суміші з пшеничною мукою або з поліпшувачами.

Здатність окремих білків сполучатися між собою при гідратації надає їм особливих технологічних властивостей. Глютенін та гліадин

пшениці при гідратації утворюють пружний і пластичний гель – клейковину, яка є основною формотійкості пшеничного тіста.

Сира клейковина містить 63–67% води, решта припадає на суху речовину. Від кількості й якості клейковини залежать хлібопекарські та макаронні властивості борошна. Клейковина різної якості має однаковий амінокислотний склад і містить одні й ті ж білкові компоненти.

В залежності від реологічних властивостей клейковини сорти пшениці поділяють на тверді і м'які. Тверда клейковина міцна й при розтягуванні коротко рветься. Тісто з борошна твердої пшениці міцне, з високою пружністю, малорозтяжне. У м'якої пшениці клейковина поєднує пружність з еластичністю і розтяжністю і тісто має високу газоутворюючу здатність і під час випікання дає хліб пористої структури. М'яка пшениця за властивостями клейковини поділяється на сильну, середню і слабку.

Білки бобових культур. Основну частину сім'ядолей бобових культур (сої, гороху, квасолі, вики) складають глобуліни, які є запасними білками. Крім того, в насінні міститься невелика кількість альбумінів, які не є запасними білками. Як самостійна група в сім'ядолях не виявлені глютеліни.

Загальний вміст білка в бобових культурах високий і складає 20–40% від загальної маси (табл.5).

Таблиця 5

Вміст білків у насінні бобових,%

Культура	Коливання	Середній вміст	Культура	Коливання	Середній вміст
Горох	20,4–35,7	27,8	Кормові	26,4–31,2	29,2

			боби		
Квасоля	17,0–32,1	24,3	Чина	23,1–34,7	28,7
Сочевиця	21,3–36,0	30,4	Нут	18,5–29,7	24,5
Соя	27,0–50,0	39,0	Вика ярова	22,3–37,8	33,7

Білковий комплекс сумарних глобулінів різних видів бобів характеризується відмінностями за розчинністю, амінокислотним складом.

Серед бобових культур як джерело харчового біологічно цінного білка найбільше значення має насіння сої, яке переробляють на соєве борошно (знежирене, напівжирне і не знежирене), концентрати та ізоляти. Разом з білками, що мають поживну цінність, до складу бобових культур входять, так звані, антиаліментарні сполуки, що також мають білкову природу, однак знижують поживну цінність білкових продуктів і харчових виробів.

Білки олійних культур. У насінні олійних культур основною запасною тканиною для білків і ліпідів є паренхіма сім'ядолей, ендосперм або одночасно паренхіма сім'ядолей та ендосперм.

Запасні білки зосереджені в простих алейронових зернах (бавовник, ріпак, гірчиця) і складних (соняшник, рицина). Прості алейронові зерна не містять сторонніх сполук, тоді як складні включають білкову й небілкову частини.

На долю білка в складі сухої маси алейронових зерен припадає 60–80% загального білка насіння. Вміст білків в насінні олійних культур складає 14–37% від сухої речовини. У білках насіння олійних культур міститься 10–30% альбумінів та до 90% глобулінів.

Вуглеводи

Вуглеводи становлять близько 2/3 маси зерна злакових, насіння гречки, бобових і представлені переважно полісахаридами (крохмаль, клітковина, напівклітковина), дисахаридами (сахароза, мальтоза) та у невеликих кількостях моносахаридами (глюкоза, фруктоза).

У зерні та насінні, які зібрані в повній стиглості та зберігаються за оптимальних умов, вміст моно- та дисахаридів не перевищує 2–7%. Підвищений (понад 7%) вміст моно- та дисахаридів свідчить про збирання зерна чи насіння в недостиглому стані або про активні гідролітичні процеси, що відбуваються у зерні при зберіганні (аж до проростання).

Основним факторами, які впливають на кількість та кількісне співвідношення основного запасного вуглеводу – крохмалю до клітковини та напівклітковини є виповненість зерна і анатомічні особливості його будови.

Значну кількість клітковини та напівклітковини містять півчасті культури (ячмінь, овес, просо, рис) та невиповнене зерно (вміст оболонки при цьому зростає).

Основну частину зернівки займає ендосперм, який складається з клітин наповнених крохмальними зернами і між якими розміщені білкові речовини. Периферійний шар клітин ендосперму (алейроновий) містять багато білка і не містять крохмалю.

Середній вміст крохмалю у зерні злакових становить 65–70%, рису – 80%, зернобобових – 40%. Крохмаль злаків в основному складається з амілози й амілопектину (96,1–97,6%), високомолекулярних жирних кислот (0,6–0,8%), азотистих речовин (0,2–0,3%), мінеральних речовин (0,2–0,7%) – переважно у вигляді

фосфорної кислоти (0,2–0,7%). Такі різновиди злаків, як глютинозний рис і воскоподібні кукурудза та сорго утворюють амілопектиновий крохмаль, частка амілози у якому не перевищує 1,0%, що суттєво змінює властивості продуктів, отриманих з такої сировини.

Крохмальні зерна різних культур значно відрізняються за формою, розміром, щільністю, структурними особливостями (молекулярного та хімічного складу самого крохмального зерна). Все це позначається на сорбційних властивостях крохмалю, здатності до набухання, температурі клейстеризації, в'язкості крохмального клейстеру тощо. Всі вище названі особливості та властивості зерна обумовлюють його цільове призначення та впливають на якість харчових продуктів вироблених з нього.

Крохмальні зерна при високій температурі сушіння зерна бубнявіють і структура їх стає розпушеною. Із старінням зерна та борошна температура бубнявіння підвищується і тісто теплішає.

Важливим показником властивостей крохмалю є температура його клейстеризації. Найбільш висока вона у крохмалю пшениці: 65–67°C, найбільш низька у крохмалю жита: 50–55°C.

Клітковина становить основу харчових волокон зерна і зосереджена в оболонках. У зерні голозерних культур міститься 2,0–2,5% клітковини, у півчастих – у 3–4 рази більше.

Напівклітковина у зерні міститься переважно в алейроновому шарі. Напівклітковина вівса й ячменю в організмі людини сприяють зниженню рівня сироваткового холестерину у крові, поліпшують вуглеводний обмін, здатні гальмувати запальні процеси, призупиняти розвиток ракових клітин.

З полісахаридів у зерні й насінні деяких культур виявлено слизи (камеді) та левулезани, найбільша кількість яких міститься у зерні жита (2,0–2,5%). Особливістю слизей та левулезанів є їх висока водовбірна здатність, здатність до набухання, повільне розчинення у воді, при якому утворюються дуже в'язкі розчини. Камеді на 75–90% складаються із пентозанів. Високий вміст слизей та, відповідно, пентозанів значно впливає на фізичні властивості тіста й хліба із житнього борошна – вони більш липкі, м'якуш вологіший ніж м'якуш пшеничного хліба.

В невеликих кількостях в зерні та насінні виявлено пектинові речовини, зокрема, протопектин та лігнін.

Жири

У зерні жирів небагато: 2,0–2,5% і зосереджені вони в зародку та алейроновому шарі.

Найбільше жирів у зародках кукурудзи – до 40 %, вівса – 26%, проса – 20%, жита та ячменю – 14%. В цілому зерні пшениці їх 1,92%, в зародку – 8,76% у висівках – 5,12%.

До складу жирів входять ненасичені жирні кислоти, які нестійкі проти окислення і є причиною прогоркання зерна й продуктів його переробки.

Вітаміни

Сухе зерно й насіння містять незначну кількість вітамінів. З водорозчинних виявлено вітаміни В₁ (тіамін), В₂ (рибофлавін), В₃ (пантотенова кислота), У невеликих кількостях є вітаміни В₆ (піридоксин), В₇ (Н або біотин), В₉ (фолацин, фолієва кислота),

вітамін РР (ніацин, нікотинова кислота). Більша частина вітамінів групи В міститься у покривних тканинах і тому дуже часто втрачається при переробці.

З жиророзчинних вітамінів у зародках зерна й насіння виявлено значну кількість вітаміну Е (токоферол), незначну кількість вітаміну Д (кальциферол) та провітаміну вітаміну А – каротину.

Вміст вітамінів у зерні деяких культур наведено у табл. 6.....

Таблиця 6

Вміст вітамінів у зерні, на 100 г їстівної частини

Назва	Зернові культури						
	Пшениця м'яка	Пшениця тверда	Жито	Овес	Ячмінь	Гречка	Кукурудза
Бета каротин, мг	0,014	0,015	0,018	0,02	сліди	0,01	0,32
Вітамін Е, мг	6,02	6,50	5,34	2,80	2,70	6,40	5,50
Вітамін В ₆ ,мг	0,50	0,60	0,41	0,26	0,47	0,34	0,49
Ніацин, мг	5,04	4,94	1,30	1,50	4,48	3,87	2,10
Пантотенова кислота, мг	1,10	1,20	1,00	1,00	0,70	-	0,60
Рибофлавін, мг	0,17	0,10	0,20	0,12	0,13	0,14	0,14
Тіамін, мг	0,41	0,37	0,44	0,48	0,33	0,30	0,38
Холін, мг	90,0	94,0	-	110,0	110,0	-	71,0
Біотин, мкг	8,8	11,6	6,0	15,0	11,0	-	21,0
Фолацин, мкг	35,0	46,0	55,0	27,0	40,0	28,0	26,0

Вітамін В₁ (тіамін) відіграє важливу роль в процесах перетворення вуглеводів в організмі людини. Добова потреба у цьому

вітаміні – 2...3 мг. Під впливом світла й кисню повітря тіамін не руйнується й не окислюється, практично не руйнується він і під час приготування їжі та випікання хліба у кислому середовищі. Від нагрівання в нейтральному та, особливо, лужному середовищі, навпаки, легко руйнується, наприклад, під час випікання кондитерських виробів, що виготовляються з використанням лужних розрихлювачів (сода, вуглекислий амоній). Основне джерело тіаміну – пшеничний та житній хліб. Тіамін використовують і для вітамінізації хлібобулочних виробів, зернових продуктів швидкого приготування, виробів з рису.

При нестачі тіаміну в організмі розвивається поліневрит, ознаками якого є розлади периферичної і центральної нервової системи, діяльності серцево-судинної системи обміну води.

Вітамін B₂ (рибофлавін) тісно пов'язаний з білковим обміном в організмі людини. Добова потреба дорослої людини у цьому вітаміні – 2...2,5 мг дітей та підлітків – 0,8 – 2,0 мг. Рибофлавін стійкий до високих температур, однак легко руйнується на світлі.

Рибофлавін використовують для вітамінізації хлібобулочних виробів.

Нестача рибофлавіну викликає зниження апетиту, маси тіла, затримку росту у дітей, слабкість, запалення очей, депресію, тріщини у кутках губ.

Вітамін B₃ (пантотенова кислота) – синтезується рослинними клітинами, чутливий до дії кислот і основ, термічна обробка не призводить до значного її руйнування. Добова потреба дорослої людини у пантотеновій кислоті становить 3...5 мг.

Дефіцит пантотенової кислоти є причиною розвитку периферичного невриту, втрати ваги, пошкодження функцій шлунково-кишкового тракту, шкіри, облісіння. Пантотеновою кислотою багаті проростки пшениці.

Вітамін B₆ (піридоксин) стійкий до нагрівання, дії лугу та кислот, руйнується на світлі, особливо під дією ультрафіолетових променів. Добова потреба у ньому дорослої людини – 3,0...4,0 мг.

B₆-авітаміноз є причиною розвитку недокрів'я, розвитку атеросклерозу, запалення слизової оболонки рота, дерматиту над бровами і навколо очей, у вагітних – токсикозу.

Вітамін B₇ (H або біотин): стійкий до нагрівання, дії лугу та кислот, кисню повітря. Добова потреба у ньому для організму людини складає близько 250 мкг.

Біотин запобігає розвитку порушення функції сальних залоз шкіри.

Вітамін B₉ (фолацин, фолієва кислота): синтезується рослинними клітинами, руйнується при термічній обробці, дії світла. Добова потреба його у дорослої людини складає 0,5–1,0 мг.

Дефіцит фолацину призводить до анемії, атрофії шлунково-кишкового тракту, дихальних шляхів, слизових оболонок.

Вітамін PP (ніацин) стійкий до впливу зовнішніх чинників: не руйнується під час нагрівання, під дією сонячного світла, кисню повітря та лужних розчинів. Добова потреба його для людини – 15...25 мг.

Нестача або відсутність вітаміну PP спричиняє пелагру (ураження органів травної та нервової системи, а також зміни шкіри).

Вітамін РР застосовується для вітамінізації хлібобулочних виробів.

Каротиноїди (провітамін А): нерозчинні у воді, стійкі до нагрівання, добре розчиняються у хлороформі, бензолі, ефірі, в жирах, погано розчиняються в спирті. Добова потреба дорослої людини складає 1,5 мг.

Ознакою дефіциту вітаміну А є порушення адаптації до темряви і нічна сліпота.

Вітамін Е (токоферол) є активним антиоксидантом, що захищає клітинні мембрани від руйнівного впливу вільних радикалів кисню. Добова потреба дорослої людини у цьому вітаміні 10...20 мг.

Відсутність або дефіцит в організмі людини вітаміну Е викликає порушення статевих функцій.

Пігменти

У зерні й насінні виявлено чотири групи пігментів, які поділяються на водорозчинні: *флавоноїди (флавори)*, *антоціани* та жиророзчинні: *порфірини* та *каротиноїди*.

Антоціани (фенольні сполуки, що різняться за ступенем окислення або відновлення) виявлено у оболонках деяких сортів бобових (квасоля, кормові боби), які забарвлюють їх насіння в синій або фіолетовий колір. Колір цих пігментів змінюється в залежності від рН середовища, наявності іонів металів, довготривалого впливу високих температур та інших факторів.

Флавори надають зерну жовтуватого забарвлення.

До *порфіринів*, сполук в молекули яких входять іони магнію, належить *хлорофіл* – пігмент зеленого кольору, який міститься у зерні

жита, насінні сочевиці, сої, гороху, квасолі. Зелений колір зерна дуже часто свідчить про його недостиглість.

У покривних тканинах зерна, ендоспермі злакових, сім'ядольних бобових містяться пігменти групи *каротиноїдів*: *каротин*, *криптоксантин*, *лютеїн*, *зеаксантин*. Каротиноїди, що містять кисень (оксиген) називають ксантофілами і до них належать ксантофіл, лютеїн та зеаксантин. *Каротин* – пігмент оранжевого кольору, провітамін вітаміну А. Потрапляючи в організм, каротин здатен перетворюватися на вітамін А. Пігментація каротиноїдами зерна хлібних злаків впливає на його технологічну цінність. Характерний для високоякісного пшеничного борошна кремовий колір пояснюється вмістом у ньому каротиноїдів. Високо ціниться пігментація зерна твердої пшениці, з якої виробляють макаронне борошно та манну крупу.

До речовин, які утворюються внаслідок взаємодії сполук, що входять до складу зерна належать специфічні фарбуючі речовини – *меланоїдини*. Вони спричиняють зниження якості зерна, що проявляється в потемнінні зерна, появі аромату, обумовленого природою реагуючих амінокислот та утворених карбонових сполук – проміжних продуктів. Так, лейцин викликає характерний запах житнього солоду й хліба, гліцин – карамелі, фурфурол – яблук, оксиметилфурфурол – меду.

Найчастіше утворенню меланоїдинів передуює процес самозігрівання зерна, при якому відбуваються гідролітичний розклад білків та вуглеводів.

Ферменти

У зерні та насінні виявлено значну кількість ферментів, кожен з яких виконує свою специфічну функцію та, загалом, складають ферментну систему. Так, для дихання зерна мають значення ферменти дегідрогіназа й декарбоксилаза, для зберігання борошна – ліпаза й фосфатаза, для випікання хліба – амілаза й протеаза. Локалізовані ферменти в зародку та алейроновому шарі зерна.

Ферменти є біологічними каталізаторами з регульованою активністю, яка може суттєво змінюватися під впливом певних хімічних сполук, що збільшують або зменшують швидкість реакції, яка каталізується.

За специфічною дією ферменти зерна поділяються на шість класів:

- 1) оксиредуктази – каталізатори окисно-відновних реакцій (дегідрогіназа, каталаза);
- 2) трансферази – каталізатори реакцій перенесення окремих атомів або груп атомів від одних субстратів до інших (кінази);
- 3) гідролази – каталізатори гідролітичних реакцій (ліпаза, амілаза, фосфатаза, протеаза);
- 4) ліази – каталізатори реакцій негідролітичного розпаду (розщеплення субстратів без участі води з утворенням подвійного зв'язку і без використання енергії АТФ) (декарбоксилаза, дегідратаза);
- 5) ізомерази – каталізатори реакцій ізомеризації органічних сполук (цис-транс-ізомерази);

- б) лігази – каталізатори реакцій синтезу, які пов'язані з використанням енергії АТФ та деяких інших трифосфатів (ДНК-полімераза).

Активна дія ферментів виявляється при рості, формуванні, дозріванні, проростанні, а також в усіх випадках порушення нормальної життєдіяльності зерна. Важливою умовою для функціонування ферментів є наявність вологи.

У добре достиглому і здоровому зерні активність ферментів порівняно невисока. Дефектне зерно характеризується підвищеною активністю всіх груп ферментів або їх певних груп.

КЛЮЧОВІ ТЕГИ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Особливості будови та хімічного складу злакових культур.
2. Будова плоду гречки й насіння бобових культур та їх хімічний склад.
3. Охарактеризувати азотисті речовини зерна.
4. Відмінність у складі білка різних видів зерна і насіння.
5. Зерно яких культур містить найбільше білків.
6. Вуглеводи зерна, їх характеристика.
7. Жири зерна, їх характеристика, локалізація у зерні й насінні.
8. Вітаміни зерна, їх класифікація, вміст у різних видах зерна і насіння, значення для організму людини.
9. Мінеральні речовини зернових і злакових культур, їх значення для повноцінного харчування
10. Пігменти зерна й насіння, групи, локалізація.
11. Охарактеризувати ферменти зерна.
12. Поява яких хімічних речовин свідчить про псування зерна.

РОЗДІЛ 2. Екологічні умови агросередовища: абіотичні, біотичні, антропогенні фактори впливу на якість зерна

Екологічні умови агросередовища за специфікою дії поділяються на абіотичні, біотичні та антропогенні.

Абіотичні фактори включають кліматичні (світло, тепло, вологість повітря, тиск тощо), едафічні (механічний склад ґрунту, вміст гумусу, реакція ґрунтового розчину, аерацію ґрунтів тощо), орографічні (рельєф, нахил схилу, експозицію), геологічні (походження материнської породи).

Біотичні фактори відображають взаємодію між рослинними та тваринними організмами агросередовища.

Антропогенні фактори характеризують впливи людини на агросередовище через рівень агротехніки.

Саме антропогенні фактори визначають ступінь реалізації ґрунтово-кліматичних ресурсів у кількісному вимірі врожаю і якості зерна на практиці, а також є об'єктивним критерієм культури землеробства регіону або окремого господарства. Серед абіотичних факторів значний вплив на формування якості зерна має родючість ґрунту (вміст гумусу). Найкраща якість зерна спостерігається на чорноземах, дещо гірша – на каштанових ґрунтах, з подальшим погіршенням від бурих до сіро-опідзолених.

Поряд з родючістю ґрунту значно впливає на якість зерна реакція ґрунтового розчину. При вирощуванні зернових культур на кислих ґрунтах зменшується вміст білка й збільшується кількість небілкового азоту в зерні, що 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 й послаблює синтетичні, а це призводить до уповільнення процесу утворення сахарози і білкових речовин, погіршує живлення рослин азотом і гальмує утворення в них білкових речовин.

Серед кліматичних факторів на формування якості зерна найбільший вплив мають температура і вологість повітря в період від початку молочного стану до кінця воскової стиглості.

За середньодобової температури повітря вище 20°C і відносній вологості менше ніж 55% формується щупле, з низькою натурою зерно, руйнується клейковина, що негативно впливає на її якість, силу борошна та його хлібопекарські властивості. Вплив температури на якість зерна проявляється через негативну дію на фізіологічні процеси рослин (фотосинтез, транспірацію, дихання), біологічні та хімічні процеси ґрунту. Збільшення вмісту білка в зерні за підвищеної температури пояснюється дією тепла на швидкість вбирання азоту і фосфору. За температури 25°C зменшується кількість водорозчинної фосфорної кислоти, що спричинює менший доступ фосфору в рослину та відносно велике накопичення азоту в зерні. При цьому прискорюється ріст рослин, зростає інтенсивність дихання, внаслідок чого співвідношення азоту і вуглеводів збільшується, посилюються процеси нітрифікації в ґрунті, що сприяє збагаченню його азотом. І навпаки, за низьких температур та підвищеної вологості повітря і ґрунту, в зерні формується більше вуглеводів і менше білків. Висока температура повітря і недостатня вологість ґрунту під час наливу й 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 та складу сонячного освітлення. Інтенсивність його за високої температури повітря і невеликих запасах вологи в ґрунті, посилює інтенсивність дихання та зменшує накопичення вуглеводів у зерні.

Посиленому накопиченню азоту в рослинах сприяє освітлення короткохвильовими сонячними променями. Під найактивніше короткохвильове освітлення потрапляють рослини в степових посушливих районах. Це є одним із факторів більшого вмісту білка в зерні. Для синтезу білків необхідно мати високий енергетичний рівень середовища, тобто інтенсивну, багату ультрафіолетовими променями сонячну інсоляцію та відносно високу температуру за обмеженого вологого забезпечення.

Рівень накопичення білкових речовин у зерні залежить від вмісту вологи в ґрунті. Доведено, що зі збільшенням кількості вологи вміст білка в зерні зменшується. Пояснюється це тим, що за дефіциту вологи формується нижча врожайність і, відповідно, відносно менше легкодоступного азоту ґрунту витрачається на ростові процеси рослин, а більше на процеси зерноутворення.

Надмірне зволоження ґрунту в період після колосіння до початку воскової стиглості зерна негативно впливає на вміст білка й клейковини та її якість. Усі ці фактори в тісному взаємопов'язаному комплексі впливають на формування якості зерна.

Виявлена чітка залежність: вміст білка в зерні збільшується з північного заходу на південний схід. Це стосується також кількості і якості клейковини, яка в північному та західному регіонах буде

слабкою, розтяжною, нееластичною, а в південному та східному – міцною, пружною, яка швидко рветься. Така залежність зберігається в межах одного сорту або групи сортів одного класу якості.

Суттєвий вплив на кількість і якість клейковини мають екзогенні фактори (фізичні та хімічні агенти), якими обробляють зерно, борошно чи клейковину. Якість клейковини значною мірою залежить від підвищених температур під час сушіння та гарячого кондиціювання зерна перед розмелюванням. Підвищені температури зміцнюють клейковину. Проте, якщо температура нагрівання зерна буде досить високою, білки клейковини денатуруються. Внаслідок цього зерно стрімко втрачає свої хлібопекарські властивості.

На якість клейковини значно впливають речовини, які містять сульфгідрильну групу – SH. Ці речовини, додані в незначній кількості у борошно чи тісто, різко погіршують якість клейковини та тіста, викликаючи його розпливання й 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 старих дріжджах. Розріджуюча дія цистеїну і глутатіону на тісто й клейковину пояснюється активізацією протеолітичних ферментів борошна. У зерні, пошкодженому клопом-черепашкою, негативно впливають на тісто і клейковину 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. Одержане з такого борошна тісто має невелику пружність, розпливається, не зберігає властиву йому форму.

КЛЮЧОВІ ТЕГИ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Назвати екологічні фактори впливу агросередовища на якість зерна.
2. Охарактеризувати вплив абіотичних факторів на якість зерна.
3. Які процеси зумовлюють збільшення вмісту білка в зерні пшениці.
4. Охарактеризувати вплив окремих факторів на якість клейковини зерна.
5. Охарактеризувати основні кліматичні фактори впливу на якість зерна.
6. Вплив біотичних факторів на якість зерна.
7. Вплив сонячного світла на формування якості зерна.
8. Назвати та охарактеризувати основні екзогенні фактори впливу на якість зерна.

РОЗДІЛ 3. Технологічна якість сировини, стандартизація продуктів переробки

Технологічна якість сировини характеризує придатність того чи іншого виду продукції до ефективної переробки. Якісні продукти переробки можна отримати тільки за умови використання придатної для того чи іншого способу переробки сировини.

З огляду на біохімічний склад, співвідношення його компонентів, цільове призначення, зерно поділяють на

борошномельне, круп'яне, фуражне та технічне. При оцінці технологічних властивостей зерна враховують вимоги, які пред'являються до зерна з боку борошномельної, хлібопекарської, круп'яної, макаронної та інших галузей промисловості та народного господарства.

Основною сировиною для виготовлення борошна є зерно пшениці й жита, оскільки ці культури мають високу харчову цінність.

Борошномельна властивість зерна визначається співвідношенням між окремими частинами зернівки та хімічним складом. Крім пшениці й жита, на борошно переробляють зерно ячменю, вівса, кукурудзи, гречки, гороху й рису.

Борошномельні властивості зерна характеризуються комплексом прямих показників, а саме: кількістю і якістю крупок, ступенем вимолочування оболонки, загальним виходом борошна й його якістю, виходом і якістю борошна вищих сортів, витратами електроенергії на отримання 1 т борошна та непрямих показників: виповненістю зерна, скловидністю, зольністю, крупністю, вирівняністю, натурою.

Якість хлібопекарського борошна характеризують специфічні хлібопекарські властивості, зокрема, здатність давати при відповідному режимі тістоведення й випікання якісний хліб з найбільшим припіком. Хлібопекарські властивості пшеничного зерна й отриманого з нього борошна оцінюють за вмістом і якістю клейковини, газоутворюючою здатністю, дисперсним складом борошна, фізичними властивостями тіста і пробною випічкою хліба. Ураховуючи будову й хімічний склад зерна жита, його хлібопекарські властивості визначають за показниками автолітичної проби, амілограми, пробної випічки хліба.

Борошно яке використовується для виробництва макаронних виробів, повинно давати тісто з визначеними фізико-механічними властивостями: щільне, в'язке, з гарною опірністю розриву, дуже пружне, еластичне при формуванні, яке не мнеться при виготовленні та сушці тістових заготовок.

Суто круп'яними культурами є рис, просо, гречка, оскільки основну масу зерна цих культур використовують саме для виробництва крупи. Крім цих культур, крупу й круп'яні продукти виготовляють із зерна вівса, ячменю, пшениці, кукурудзи, гороху. В окремих випадках переробляють у круп'яні продукти сорго, чумизу, сочевицю. Ознаками технологічних властивостей круп'яних культур є вміст ядра, легкість чи важкість відокремлення оболонки зерна, вихід і якість крупи, коефіцієнт витягування ядра, витрати енергії на отримання 1т крупи, а також харчові властивості крупи.

Для виготовлення зернових кормів (фуражу) – комбікормів, дерті, в основному, використовують зерно ячменю, вівса, кукурудзи, пшениці, жита, проса, гороху, люпину, сої, кормових бобів, вики, сочевиці, яке характеризується різною енергетичною, протеїною, вуглеводною, жирною, вітамінною і мінеральною поживністю та фізичними, хімічними і технологічними властивостями.

На технічні цілі використовують зерно кукурудзи, ячменю, жита, пшениці, рису, проса. Із зерна кукурудзи, рису й пшениці виготовляють крохмаль; ячменю й пшениці – спирт; ячменю й жита – солод. Солод з ячменю використовують у пивоварній промисловості, червоний солод із жита – як збагачувач у хлібопекарській промисловості.

Оскільки продукти переробки зернових культур займають суттєву частину щоденного раціону пересічного українця (в середньому, 40-45%), вони повинні володіти високою якістю, регламентованою чинними стандартами та іншими нормативними документами.

Стандартизація продукції – це встановлення та застосування єдиних правил з метою упорядкування, узаконення й запровадження показників і норм якості продукції, а також відпрацювання у сфері виробництва технологічних процесів і операцій відповідно до цих вимог. Стандарти є зразком та еталоном якості для виробників продукції, тобто *гарантійною системою* безпечності продукту. Будь-які відхилення зумовлюють нестандартність продукції. Водночас стандарти передбачають класифікацію продукції за якістю, поділяючи її відповідно на категорії, сорти і класи. Провідну роль у формуванні стандартів та акредитації установ, які сертифікують продукцію на відповідність цим стандартам, посідає Держстандарт України.

Згідно Українського класифікатора нормативних документів (Київ, Держспоживстандарт України, 2009 р.) стандарти, що стосуються зернової продукції належать до класу 67. Технологія виробництва харчових продуктів, групи 67.060 Зернові, бобові культури та продукти їх переробляння, яка на сьогодні налічує 296 стандартів.

Кожен стандарт містить базисні кондиції якості зерна за конкретними показниками. Базисні кондиції – це норми якості зерна, які забезпечують його добре зберігання та вихід продукції встановленої якості. Показники якості, які характеризують споживчі

властивості зерна та регламентуються стандартами, поділяються на три групи.

Перша група показників – обов’язкові для партій зерна будь-якої культури незалежно від її цільового призначення. До них відносять колір, запах, смак, вологість, зараженість шкідниками хлібних запасів та засміченість. Показники цієї групи визначаються на всіх етапах хлібообігу, починаючи від формування партії при збиранні врожаю. Всі вони включені до державних стандартів, в заготівельні кондиції (базисні і обмежувальні норми). Обов’язкові показники покладені в основу розрахунків на зерно, тому з їх обліком готують партії зерна до продажу.

Друга група показників – показники, обов’язкові для партії зерна деяких культур чи партій певного цільового призначення. До неї належать: натура пшениці, вівса, жита та ячменю, склоподібність, кількість та якість клейковини для пшениці, крупність, вміст ядра і плівок для зерна круп’яних культур, схожість та енергія проростання для пивоварного ячменю й зерна, що використовують в спиртовому виробництві.

Третя група – додаткові показники. Ці показники визначають в разі потреби. Це, зокрема, окремі компоненти хімічного складу зерна, видовий і чисельний склад мікрофлори, залишковий вміст фумігантів після дегазації тощо.

Стандарти також містять вимоги до показників безпеки: вміст токсичних елементів, мікотоксинів і пестицидів.

КЛЮЧОВІ ТЕГИ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Назвати основні принципи стандартизації зернової продукції в Україні.

2. Як поділяється зерно за цільовим призначенням?
3. Що таке базисні кондиції якості зерна.
4. Групи показників, які характеризують споживчі властивості зерна.
5. Які показники безпеки передбачені стандартами для зерна та продуктів його переробки?

РОЗДІЛ 4. Основи переробки зерна на борошно

Зерно, як сировини для виробництва борошна

Борошно – продукт, який отримують в результаті переробки (помелу) зерна злакових та інших зернових культур або насіння бобових культур.

Основними зерновими культурами, з яких виробляється борошно є пшениця і жито.

На переробку у борошно направляють пшеницю 1–5 класів, жито не нижче 3-го класу.

З пшениці для виготовлення хліба використовують борошно із зерна м'якої скловидної пшениці з достатнім вмістом білка (до 14%) і клейковиною хорошої якості, для потреб кондитерської промисловості, навпаки, більш придатне пшеничне борошно із вмістом білка до 9–11% і високим вмістом крохмалю, для макаронних виробів рекомендують борошно із зерна твердої пшениці.

Усі сорти м'якої пшениці за генетичними властивостями поділяються на три групи: сильні, середні й слабкі.

Сильними, або поліпшувачами, є сорти м'якої пшениці, з борошна яких за відповідної технології приготування тіста одержують формостійкий хліб великого об'єму, з добрим шпаруватим м'якушем. Додавання зерна сильних пшениць до партій з поганими хлібопекарськими властивостями забезпечує одержання доброго в хлібопекарському відношенні борошна.

Середні, або цінні пшениці (філери), дають борошно й хліб доброї якості без додавання сортів-поліпшувачів.

У *слабких* пшениць генетично слабка клейковина. Слабкі пшениці дають борошно і хліб з нього з малим об'ємним виходом й низькою шпаруватістю.

Зернівка жита за будовою й співвідношенням складових частин схожа до зернівки пшениці, але між ними існують певні відмінності. Зерна жита містять менше білку, ніж зерна пшениці, але він краще збалансований за вмістом незамінних амінокислот. Білки жита не утворюють зв'язної клейковини через високий вміст слизей, які власне перешкоджають її формуванню. Житній хліб більше багатий окремими вітамінами та мінеральними речовинами порівняно із пшеничним.

Зерно жита використовують переважно для виробництва оббивного й сіяного борошна, за якого не потрібне ретельне відокремлення оболонок від ендосперму.

Дані, які характеризують відносний вміст окремих частин у зерні пшениці й жита наведено у табл.7.

Таблиця 7

Вміст основних структурних частин у зерні пшениці й жита,
% на суху речовину

Назва	Пшениця	Жито
Ендосперм	79,0–84,0	75,0–89,0
Плодові оболонки	4,2–5,3	4,8–5,5
Насіннєві оболонки	3,1–3,8	1,9–2,8
Алейроновий шар	6,0–9,5	10,0–13,0
Зародок з щитком	1,43–3,14	3,4–4,0

Основну масу зернівки пшениці становить ендосперм (її центральну частину), з якого одержують найцінніші сорти борошна. Клітини ендосперму заповнені крохмальними зернами, між якими містяться білкові речовини. При повному заповненні білками, проміжків між крохмальними зернами ендосперм набуває скловидної консистенції. Зовні ендосперму розміщується алейроновий шар клітин, виповнених алейроновими (білковими) зернами. Для одержання борошна вищого сорту алейроновий шар зернівки видаляють, оскільки він погано засвоюється організмом людини. Зародок зерна містить багато білків, жирів, цукрів, вітамінів та ферментів.

Оскільки зародки при переробці погано подрібнюються та містять жир, який швидко гіркне, викликаючи швидке псування борошна під час переробки зерна на борошно їх також намагаються видалити.

Зовні зернівка покрита плодовою і насінною оболонками, кожна з яких складається із трьох шарів. Для одержання високоякісного білого борошна намагаються виділити всі шість шарів оболонок і борідку, оскільки вони майже не засвоюються організмом людини.

Борошномельні властивості зерна характеризуються комплексом прямих показників, а саме: кількістю і якістю крупок, ступенем вимолочування оболонок, загальним виходом борошна й його якістю, виходом і якістю борошна вищих сортів, витратами електроенергії на отримання 1 т борошна та непрямих показників: виповненістю зерна, скловидністю, зольністю, крупністю, вирівняністю, натурою.

Борошно високих споживних властивостей можна отримати тільки з доброякісного зерна. Погіршується якість борошна при використанні самозірітого й пророслого, запліснявілого, морозобійного, ушкодженого сільськогосподарськими шкідниками зерна, особливо клопом черепашкою. Такі дефекти зерна як запах, смак, колір передаються борошну і продуктам з нього.

Технологія виготовлення борошна

Для виробництва високоякісного борошна важливо підбирати зерно однорідне за кольором, розміром, формою, склоподібністю, з високими показниками натуре.

Основними етапами виробництва борошна є:

- підготовка зерна до помелу;
- помел зерна і формування сортів борошна.

Процес виробництва борошна включає: приймання зерна та зберігання його на млині; формування помельних партій зерна; підготовка зерна до помелу; помел зерна в борошно; вибій (фасування) та зберігання.

При виготовленні борошна необхідно дотримуватися всіх технологічних операцій, кожна з яких тією чи іншою мірою впливає на формування споживчих властивостей готової продукції.

Типова схема виробництва борошна наведена на рис 2.

Приймання, розміщення та зберігання зерна здійснюють на млиновому елеваторі. Запас зерна повинен покривати місячну потужність млина. Зерно розміщують залежно від його властивостей та показників якості. Зокрема, окремо зберігають партії зерна:

- за вологістю – з різницею значень в 1% та більше;
- за зольністю – менше 1,97 та більше 1,97%;
- за скловидністю – 40–60% та більше 60%;
- за вмістом клейковини – вище 26%, 25–20% та нижче 20%;
- за натурною масою – вище 750, 750–690 г/л та менше 690 г/л.

Крім того, окремо зберігають зерно сильної або слабкої пшениці, пошкодженої клопом-черепашкою, полинне тощо.

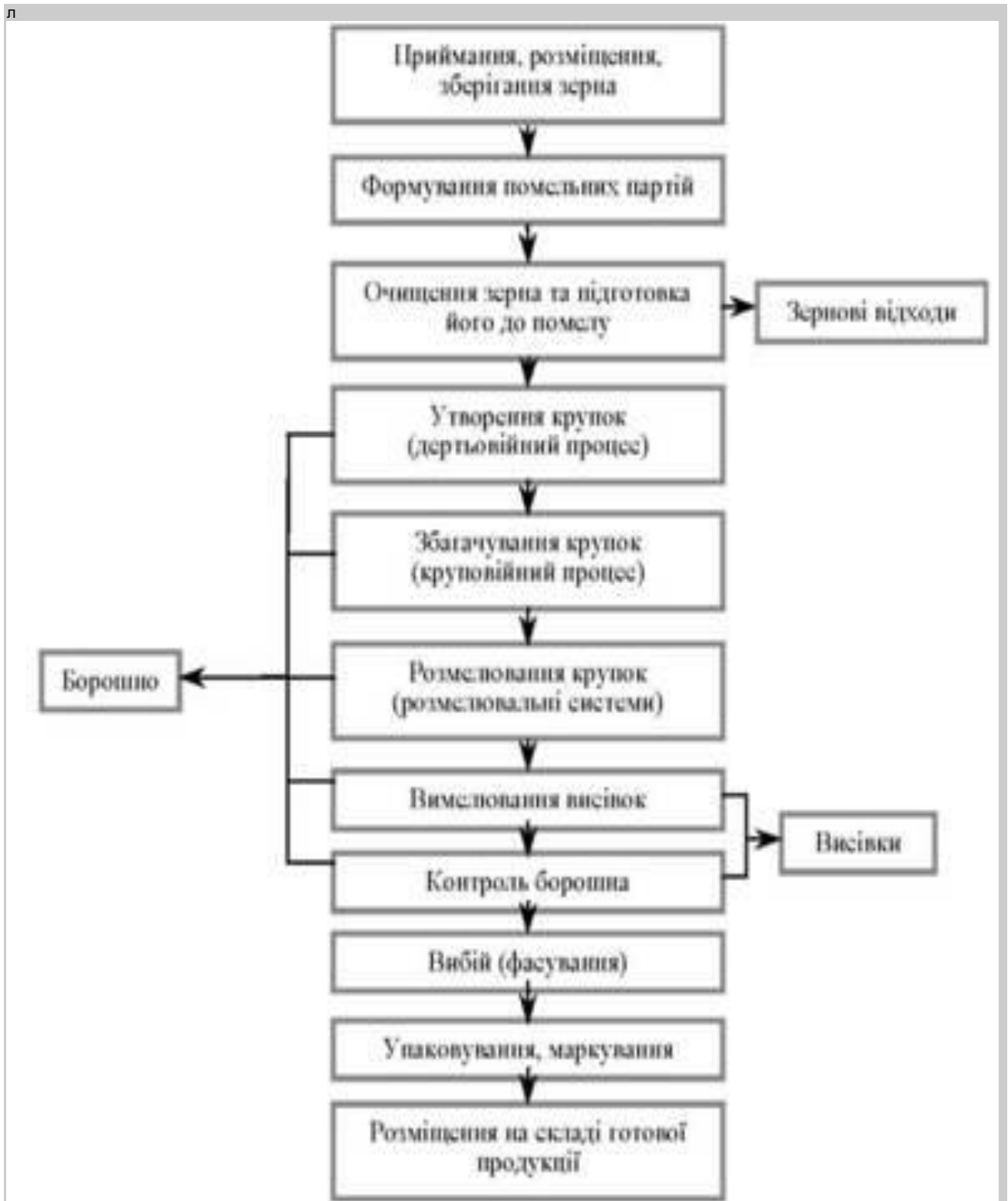


Рис. 2. Узагальнена технологічна схема виробництва борошна

Формування помельних партій зерна здійснюють на млинових елеваторах. Для цього змішують зерно за різними показниками якості для одержання партій зерна, які би відповідали вимогам за клейковиною, скловидністю, зольністю, засміченістю тощо.

Сформована суміш повинна забезпечувати виробництво борошна з максимальним виходом, високими показниками за білизною, зольністю та хлібопекарськими властивостями.

Змішування зерна є найкращим способом використання зерна зі зниженими борошномельними та 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 передбачає попереднє очищення зернової маси від домішок, обробку поверхні зерна і остаточне його очищення, гідротермічну обробку зерна (кондиціонування).

Очищають зерно 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. Очищення від домішок та підготовку зерна до помелу здійснюють в підготовчому відділенні млина.

На етапі обробки поверхні зерна й остаточного очищення з його поверхні видаляють частки ґрунту й пил, що потрапляють на зерно під час збирання та зберігання, а також значну частину

мікроорганізмів. Поверхню зерна обробляють сухим способом за допомогою оббивальних і щіткових машин або мокрим способом у мийних машинах. Миття зерна й зволоження поліпшують ступінь його продовольчого використання. Здійснюється ця операція в машинах двох типів: водоструменевих для подачі води в краплинному стані або водорозпильних для подачі води в розпиленому стані. Застосовуються також комбіновані мийні машини.

Зволоження та наступне відволожування викликає фізико-біологічні зміни в зерні, в результаті яких полегшується відділення оболонки від зерна при незначних втратах ендосперму.

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

Основним завданням *гідротермічної обробки (кондиціювання)* зерна є покращення його борошномельних властивостей, завдяки підвищенню здатності давати більший вихід готової продукції (борошна) високої якості за менших затрат енергії.

На борошномельних підприємствах застосовують два способи гідротермічної обробки: холодне та швидкісне кондиціювання.

Холодне кондиціювання полягає у 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 впродовж 20–40 хв. направляють *на помел*.

Помел – це сукупність процесів і операцій, проведених із зерном.

Процес одержання борошна є послідовним багаторазовим процесом відокремлення центральної частини зернівки – ендосперму від оболонки.

Спочатку зернівку роздрібнюють на кілька частин і отримують так звані добротні крупки з ендосперму, і строкаті крупки, 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 частини зернівки містять значну кількість вітамінів групи В, що підвищує цінність борошна.

З однієї і тієї ж партії зерна при помелі можна одержувати різні сорти борошна, що відрізняються хімічним складом, харчовою цінністю, органолептичними й технологічними властивостями.

Однією із задач помелу є одержання борошна з однорідним гранулометричним складом.

При виробництві *оббивного борошна* помел використовують для здрібнення усіх анатомічних структур зернівки до частин однакового розміру.

При виробництві *сортового борошна* значному здрібнюванню підлягає лише ендосперм, а зародок, оболонки й алейроновий шар виділяють у вигляді висівок.

Борошно отримують шляхом багаторазового поступового здрібнення зерна на вальцових станках з подальшим просіюванням отриманих продуктів.

Помел складається з *дертьового* та *розмельного* процесу. Метою дертьового процесу є здирання оболонок та отримання крупок. На стадії розмельного процесу отримані крупки здрібнюють до розмірів, що відповідають вимогам розміру часток борошна залежно від виду помелу. Для утворення крупок призначені дертьові (крупкотворні) системи, а для їх одержання залежно від виду помелу використовують 4–10 таких систем.

Збагачування крупок, тобто відокремлення добротних крупок від крупок з оболонками, здійснюється частково на розсійниках, круповійках і так званих шліфувальних системах. Оскільки 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 можуть відрізнитися за кількістю ендосперму. Крупки отримані з центральних часток ендосперму мають низьку зольність, а отримані з периферійних часток зерна - мають частки алейронового шару, що підвищує їх зольність. Тому крупки сортують за якістю на «строкаті» й «білі». Цей процес має назву збагачення і здійснюється за допомогою апаратів ситовіялок. На ситовіяльних машинах крупки й дунсти сортують за розміром і щільністю.

Метою розмельного процесу є здрібнення крупок на борошно. Крупки, які розділені за допомогою ситовіяльних машин з урахуванням їх якості, направляють на вальцьові верстати шліфувальних або розмельювальних систем.

Розмельний процес ведуть на кількох розмельних системах. На перших переробляють крупки з найменшою кількістю оболонок й 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.

Різна міцність анатомічних структур зернівки, нерівномірний розподіл органічних та мінеральних речовин в них, дає змогу при правильно підбраному процесі подрібнення й сортування частинок виробляти борошно, різне за хімічним складом, властивостями й

поживністю. З огляду на це, на виробництві застосовують кілька видів помелу й одержують різні виходи та сорти борошна.

Залежно від машин, які застосовуються для подрібнення зерна й просіювання подрібнених часточок розрізняють *помели зерна разові і повторювальні* (рис. 3).

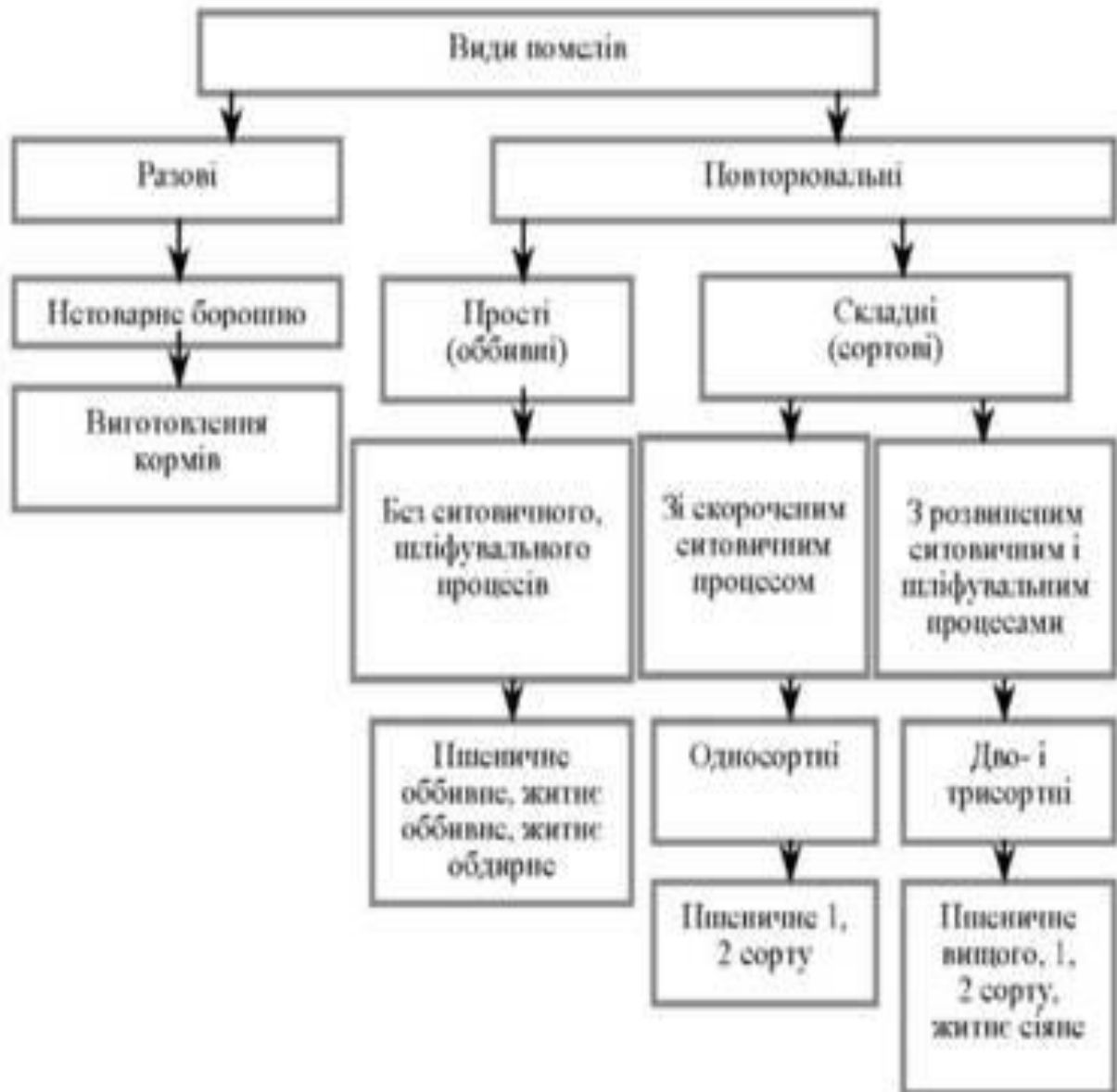


Рис. 3. Види помелів зерна на борошно

При разовому помелі перетворення зерна на борошно відбувається після одноразового його пропускання через подрібнювальні машини – жорновий посад або молоткову дробарку.

Під час разового помелу технологічний процес може починатись без попередньої очистки або з попередньою очисткою зерна від домішок

При разових помелах з попереднім очищенням зерна й просіюванням на буратах отримують *продовольче оббивне борошно з виходом 96%*. 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.

Найчастіше разові помели застосовують для здрібнення зерна та одержання *кормового борошна з виходом 98,5%*, яке призначається для годівлі сільськогосподарських тварин.

При повторювальних помелах борошно одержують внаслідок багаторазового пропускання часточок зерна через подрібнювальні машини і поступового їх розмелювання.

Повторювальні помели можуть бути простими та сортовими (складними).

Прості повторювальні помели застосовують для отримання *оббивного житнього або пшеничного борошна*. Вихід борошна до маси, яка надходить на переробку зерна, для житнього борошна складає 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.

У разі складних повторювальних помелів одночасно можуть працювати чотири-п'ять дертьових систем і 10–11 розмільних 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 розмільного відділення, здійснюють на розсійниках за сортами.

Виходом борошна називають його кількість, вироблену із зерна в результаті помелу. Цей показник виражають у відсотках від маси переробленого зерна.

Борошномельні заводи України практикують такі виходи *борошна, пшеничного*: 96% – оббивне (односортне), 85% – другого сорту (односортне), 78% – двосортне й трисортне, 77% – односортне (поліпшене другого сорту), 75% – трисортне, 72% – першого сорту (односортне), 70% – двосортне або односортне; *борошна житнього*: 95% – оббивне (односортне), 87% – шеретоване (односортне), 78% – двосортне, 63% – сіяне (односортне).

Фасування (вибій) готового борошна в тару здійснюється в окремому вибійному відділенні.

Для борошна передбачена споживча та транспортна тара.

Споживчою тарою для борошна є: пакети паперові; пачки картонні і паперові з внутрішнім пакетом; пакети з полімерних матеріалів. Борошно у споживчу тару пакують масою по 1, 2 і 3 кг.

Транспортною тарою для упакування борошна є: ящики фанерні, дощані, з гофрованого картону та мішки.

Пакети з борошном укладають в ящики місткістю не більше 15 кг. Транспортна тара для упакування борошна має бути міцною, сухою та без сторонніх запахів.

Для перевезення автомобільним транспортом допускається групове упакування пачок та пакетів з борошном у папір спеціальних марок в один або два шари і в полімерну харчову плівку спеціальної марки. Маса нетто групової упаковки повинна бути не більшою за 15 кг.

Маркування наносять на кожну одиницю споживчої тари. Воно повинно мати такі дані: товарний знак і (або) назву підприємства-виробника, його місце знаходження і підпорядкованість; назву продукту (вид, різновид, сорт, номер); масу нетто (кг); дату виготовлення та номер зміни упаковки; позначення стандарту; інформацію про харчову й енергетичну цінність 100 г продукту.

Маркування наносять також на кожну одиницю транспортної тари. На мішок з борошном пришивається або наклеюється маркувальний ярлик з міцного картону, паперу для мішків, спеціального обгорткового паперу. На ярлик наносять такі дані: товарний знак і (або) назву підприємства-виробника, його місцезнаходження; назву продукту (вид, різновид, сорт, номер); масу нетто (кг); дату виготовлення (рік, місяць, число, номер зміни); позначення стандарту; строк зберігання.

Маркування ящиків здійснюється штампом, фарбою за трафаретом або наклеюванням ярлика. Крім даних, які прийняті для маркування мішків з борошном, вказують кількість пакувальних одиниць і дату виготовлення продукції або вибою.

Особливості виробництва житнього борошна. Зерно жита більш тонке та довше порівняно з пшеницею і, відповідно, у нього більша частка оболонок і алейронового шару, які при цьому міцно пов'язані з ендоспермом.

При дробленні зерна жита утворюються в основному зростки. Їх сортують тільки по крупності і розмелюють на розмельних системах кожної фракції окремо. При двосортному помелі одержують сіяне і обдирне борошно, а при односортному — або сіяне, або обдирне.

Процес виготовлення житнього борошна закінчується пакуванням його у транспортну тару або фасуванням у коробки, пакети тощо.

Класифікація та асортимент борошна

Класифікація борошна передбачає розподіл його на види, типи та сорти.

Вид борошна залежить від культури зерна, його біохімічних властивостей і анатомічних особливостей. Основними видами борошна є пшеничне і житнє. До другорядних відносять ячмінне, кукурудзяне, гречане, вівсяне, горохове, а також борошно тритікале, люпину, амаранту та ін.

Тип борошна залежить від його призначення і відрізняється особливостями його фізико-хімічних властивостей та технологічних переваг.

Пшеничне борошно виготовляють таких типів: хлібопекарське, макаронне, кулінарне та кондитерське.

Із жита й тритікале одержують тільки хлібопекарське борошно.

Соєве борошно поділяють на типи: незнежирене, напівзнежирене і знежирене.

За типом горохове борошно є кулінарне, рисове – дієтичне.

Товарний сорт борошна залежить від технології переробки зерна і кількісного співвідношення різних тканин зерна (ендосперму, його зовнішніх і внутрішніх частин, алейронового шару і оболонки).

Різні сорти борошна відрізняються за зовнішніми ознаками, хімічним складом, засвоюваністю і споживною цінністю.

Для визначення сорту борошна головними показниками є зольність і колір, крупність помелу і спеціальні показники: кількість і якість клейковини для пшеничного борошна; число падіння для житнього борошна; пробна випічка для всіх видів борошна.

У загальному вигляді класифікацію і асортимент борошна наведено у табл.8.

Таблиця 8

Класифікація та асортимент борошна

Вид борошна	Тип борошна	Сорт борошна
Пшеничне	Хлібопекарське	Крупчатка, вищий, перший, другий обойне, Одеське, Українське
Пшеничне	Макаронне	Вищий (крупка), перший (напівкрупка)
Житнє	Хлібопкарське	Сіяне, обдирне, обойне
Тритікалеве	Хлібопекарське	Сіяне, обдирне, обойне
Кукурудзяне	Продовольче	Тонкого помелу, крупного помелу, типу обойного
Ячмінне	Продовольче	Односортне і типу обойного
Соєве	Харчове	Напівзнежирене, знежирене, вищий,

		перший, не знежирене
Горохове	Кулінарне	Односортне
Рисове	Дієтичне	Односортне

Із суміші зерна пшениці і жита виробляють односортне борошно: пшенично-житне (70% пшениці та 30% жита) з виходом 96% і житньо-пшеничне (60% жита та 40% пшениці) з виходом 95%.

Із зерна пшениці виробляють такі сорти хлібопекарського борошна: *крупчатку, вищий, перший, другий сорти борошна* при сортових помелах пшениці та *оббивне борошно* при оббивному помелі.

Крупчатка складається з відносно великих частинок ендосперму, розміром 0,3–0,4 мм. Виробляють її 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 (0,1–0,2 мм) внутрішніх шарів ендосперму. Відділяють це борошно з перших трьох розмельних систем.

Борошно I сорту складається з дрібно розмолотих частинок всіх шарів ендосперму й 2–3% від маси борошна подрібнених периферійних частинок зернівки – оболонки та алейронового шару. Розміри частин основної маси борошна I сорту – 0,2–0,3 мм.

Борошно II сорту складається із частинок подрібненого ендосперму й 8–12% від маси борошна подрібнених периферійних частин зернівки. Через більшу кількість периферійних частинок зерна

борошно II сорту значно темніше I сорту і має жовтий або сірий відтінок.

Для одержання *оббивного борошна* подрібнюють усі частини зернівки. Борошно має більш крупні частинки, які менш однорідні за розміром. За кольором оббивне борошно темніше, ніж сортове.

Борошно пшеничне хлібопекарське вищого, першого, другого сортів і оббивне виробляють із м'якої пшениці або із м'якої з додаванням твердої до 2%.

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.

Із зерна жита виробляють три сорти борошна: *сіяне, обдирне (шеретоване), оббивне*.

Сіяне борошно виробляють, в основному, із ендосперму зерна жита з незначним вмістом (1–2%) периферійних частин зернівки. За кольором борошно біле з сіруватим відтінком, з частинками 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 та темніше, вихід його при односортному помелі складає – 87%.

Оббивне борошно виробляють найбільше (80–90%). при оббивному помелі шляхом подрібнення усіх структурних частин зернівки.

Кукурудзяне борошно використовують в кондитерському виробництві, для приготування національних страв і сортів хліба та як додаток при виробництві пшеничного і житнього хліба. Для

продовольчого призначення борошно одержують при односортному й двосортному помелах з виходом 70–85%. Для ацетоно-бутилового виробництва виробляють оббивне борошно з виходом 98,5%.

Споживні властивості борошна визначаються його хімічним складом, енергетичною цінністю, використанням.

Хімічний склад та енергетичну цінність окремих видів борошна наведено в табл.9.

Таблиця 9

Хімічний склад та енергетична цінність борошна (середні дані)

Вид і сорт борошна	Хімічний склад, г/100 г					Енергетична цінність, ккал/100 г
	вода	білки	жири	вуглеводи	інші речовини	
<i>Пшеничне:</i> вищого сорту	14,0	10,3	1,1	69,0	5,6	334
1 -го сорту	14,0	10,6	1,3	67,8	6,3	331
2 -го сорту	14,9	11,7	1,8	64,3	8,2	324
оббивне	14,0	11,5	2,2	55,8	13,6	298
<i>Житнє:</i> сіяне	14,0	6,9	1,4	64,8	12,9	304
обдирне	14,0	8,9	1,7	61,4	14,0	298
оббивне	14,0	10,7	1,9	58,6	14,8	293
<i>Ячмінне</i>	14,0	10,0	1,6	57,6	16,8	284
<i>Кукурудзяне</i>	14,0	7,2	1,5	70,9	6,4	330
<i>Соєве:</i> жирне	9,0	36,5	18,5	17,6	18,3	374
знежирене	9,0	48,9	1,0	24,5	16,6	292

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.

Азотисті речовини борошна представлені в основному білками, які є повноцінними, оскільки до складу їх входять усі незамінні амінокислоти. Чим вище вихід борошна, тим більше міститься в ньому азотистих речовин і небілкового азоту. Харчова цінність білків житнього борошна вища, ніж у білків пшениці, так як в них міститься більше незамінних амінокислот, зокрема лізину.

Середній вміст сирої клейковини в пшеничному борошні 20–30%. У різних партіях борошна вміст сирої клейковини коливається в широких межах (16-35%).

У вуглеводному комплексі борошна переважають вищі полісахариди (крохмаль, клітковина, напівклітковина, пентозани). У невеликій кількості борошно містить полісахариди (ди- і трисахариди) та моносахариди (глюкоза, фруктоза).

Крохмаль – найважливіший вуглевод борошна, міститься у вигляді зерен розміром від 0,002 до 0,15 мм. Розмір, форма, здатність до набухання і клейстеризації крохмальних зерен різні для борошна різних видів. У крохмальних зернах, крім власне крохмалю, ще міститься незначна кількість фосфорної, кремнієвої і жирних кислот, а також інших речовин.

Клітковина знаходиться в периферійних частинах зерна і тому у великій кількості міститься в борошні високих виходів: в оббивному її близько 2,3%, а в борошні пшеничному вищого сорту 0,1–0,15%.

Загальний вміст ліпідів в пшеничному борошні 1,6–2,0%. У борошні ліпіди знаходяться як у вільному стані, так і у вигляді комплексів з білками (ліпопротеїди) і вуглеводами (гліколіпіди).

У борошні міститься 0,4–0,7% фосфатидів, що належать до групи лецитинів, в яких азотистою основою є холін. Лецитини та інші фосфатиди характеризуються високою харчовою цінністю і мають велике біологічне значення.

Колір каротиноїдних пігментів борошна жовтий або оранжевий, а хлорофілу – зелений. При окисленні або відновленні каротиноїдні пігменти знебарвлюються. На цій властивості ґрунтується процес відбілювання пшеничного сортового борошна.

Мінеральні речовини (зольні) служать показником сорту борошна. У складі борошна є сполуки фосфору (50%), а також калію (30%), магнію і кальцію (15%). У незначних кількостях є мікроелементи (мідь, марганець, цинк та ін.), заліза в золі різних сортів борошна 0,18–0,26%. Чим вищий сорт борошна, тим менше в ньому мінеральних речовин.

В борошні високих виходів ферментів більше, ніж у борошні низьких виходів. Підвищена їх активність відзначена у борошна, отриманого з недоспілого, пророслого, морозобійного або ураженого клопом-черепашкою зерна.

Енергетична цінність борошна висока й залежно від його виду і сорту становить, ккал/100 г: пшеничного від 300 до 330, житнього – 290–300, ячмінного – 284, кукурудзяного – 330.

Сучасні способи зберігання борошна

Закладаючи фасоване борошно на зберігання слід враховувати, що це менш стійкий продукт у зберіганні, ніж зернові маси. Зокрема, під впливом факторів навколишнього середовища: температури, відносної вологості повітря, наявності кисню в борошні відбуваються різноманітні біохімічні процеси, які значно впливають на його якість.

Борошно зберігають на складах та базах хлібопродуктів, торговельних підприємств і організацій, на складах і у приміщеннях підприємств громадського харчування, роздрібних торговельних підприємств.

Приміщення для зберігання борошна повинні бути сухими, чистими, мати добру вентиляцію, не бути зараженими шкідниками хлібних запасів, добре освітленими. Білити стіни необхідно не менше ніж двічі на рік.

Мішки з борошном складають у штабелі на дерев'яні піддони або дерев'яні решітки.

Схема укладання мішків з борошном на зберігання наведена на рис.4.

Штабелі розміщують окремо за видами борошна, сортами, датами надходження.

Висота штабеля з борошном залежить від пори року, умов зберігання, виду, сорту й вологості продукції.

Борошно з вологістю до 14% вкладають у штабелі висотою (число рядів мішків):

- за температури повітря в складі вище від $+10^{\circ}\text{C}$ – 10 рядів;
- за температури повітря в складі від $+10$ до 0°C – 12 рядів;
- за температури повітря в складі нижче від 0°C – 14 рядів.

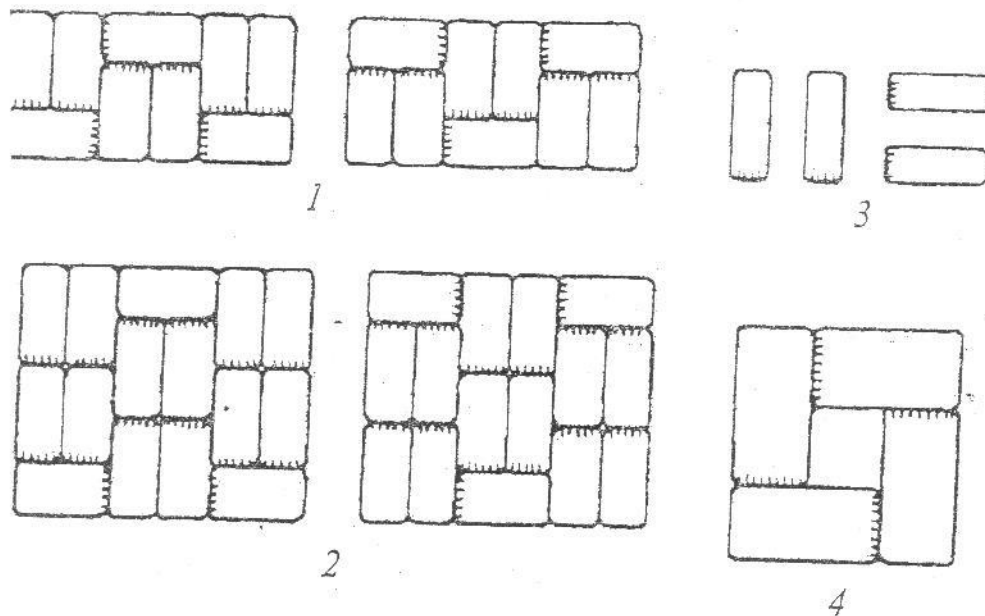


Рис. 4. Схема укладання мішків з борошном на зберігання
 1 – «трійником» (перший і другий ряди); 2 – «п'ятериком» (перший і другий ряди); 3 – наскрізним укладанням; 4 – «колодязем»

Борошно з вологістю 14,0–15,5% вкладають у штабелі відповідно на два ряди мішків менше.

Висота штабеля для кукурудзяного й вівсяного борошна з вологістю до 13,0%, залежно від температури повітря, не повинна перевищувати 8–10 мішків.

Висоту штабеля борошна з вологістю 13–14% зменшують на два ряди мішків. Як правило, висота штабеля борошна на складах і базах торговельних підприємств не перевищує 6–8 рядів мішків.

Борошно в мішках зберігається краще, ніж у споживчій тарі. При тривалому зберіганні борошна у мішках (понад два місяці), їх необхідно перекладати у штабелі, внаслідок чого нижні мішки стануть верхніми та навпаки. Це запобігає злежуванню борошна, втраті ним стійкості й перетворенню в моноліт.

Оптимальна відносна вологість повітря передбачена для зберігання борошна – 60–70%, температура – від +5 до +15°C.

При тривалому зберіганні борошна температура повинна бути нижчою: від +5 до -15°C.

Негативно впливає на зберігання борошна різке коливання температури та відносної вологості повітря. Особливо обережно слід вентилювати склади навесні, коли різниця температур зовнішнього та складського повітря є досить значна.

Тривалість зберігання борошна залежить від його виду, сорту, вологості, упакування, умов зберігання. Добре зберігається борошно пшеничне вищого та першого сортів, житнє сіяне, рисове й ячмінне. Борошно з підвищеним вмістом жиру зберігається менш тривалий період, зокрема, це стосується борошна пшеничного та житнього оббивного, пшеничного другого сорту, вівсяного, кукурудзяного й соєвого. Гарантійний термін зберігання пшеничного борошна – 12 місяців з дати виготовлення.

Терміни зберігання невеликих партій борошна у роздрібних торговельних підприємствах не перевищують 1–2 місяці. При цьому їх розміщують з дотриманням санітарних правил та правил товарного сусідства, з ярликами, на яких вказана назва, сорт, роздрібна ціна.

Під час зберігання борошна проводиться систематичний контроль за умовами його зберігання, станом і якістю.

Температуру повітря перевіряють щотижня на висоті 1,5 м від підлоги і при потребі продукцію провітрюють щодня. Крім того, раз на місяць перевіряють температуру повітря на рівні нижнього, середнього та верхніх рядів мішків штабеля.

Температуру борошна вимірюють при надходженні його на склад, а потім при зберіганні двічі на місяць, якщо температура

повітря на складі вище 10°C, і один раз на місяць, якщо вона нижча 10°C. Відносну вологість повітря перевіряють у встановлені строки.

При зберіганні борошна періодично проводиться відбір проб та визначення органолептичних, фізико-хімічних показників і зараженості шкідниками.

Від кожного штабеля з борошном у відповідності з вимогами стандарту відбирають середню пробу: за температури борошна 10°C і нижче – не рідше одного разу на місяць, за температури вище 10°C – двічі на місяць.

Основним технологічним показником борошна є його кислотність, яка складає для пшеничного – 4°, житнього – 4,5 – 5,0°. У разі відхилення за цим показником від норми припиняють подальше зберігання борошна припиняють.

Під час зберігання у борошні відбуваються різні процеси, в результаті яких змінюються його якісні показники.

До *позитивних процесів*, які мають місце при зберіганні борошна відноситься **дозрівання і вибілювання**.

Слід зазначити, що свіжо змелене борошно має низькі якісні показники і лише через певний період зберігання воно набуває необхідних технологічних якостей.

Поліпшення хлібопекарських якостей борошна називається **дозріванням**. Строк дозрівання пшеничного борошна становить один-два місяці, житнього – вдвоє менший.

Протягом періоду дозрівання у борошні відбуваються фізичні, колоїдні та біохімічні процеси, при цьому змінюється колір, кислотність, вуглеводно-амілазний і білково-протеїновий комплекс,

вміст вологи та жиру. Борошно інтенсивно дозріває при температурі 20-25°C.

На початкових етапах зберігання у пшеничному та житньому борошні всіх видів і сортів відбувається процес **вибілювання** борошна в результаті окислення киснем повітря пігментів зерна (каротину та ксантофілу), а також поліпшення колоїдних властивостей клейковини в результаті гідролізу жиру та специфічної дії на клейковину вільних ненасичених жирних кислот.

Негативні процеси у борошні виникають при недотримання умов, режиму і термінів зберігання, а також при використанні недоброякісного зерна для його виробництва, порушенні технології виробництва.

Так, за підвищеної температури зберігання (понад 30°C) спостерігається «*гіркнення*» борошна, внаслідок розкладу і окислення жирів і з утворенням гідроперекисей. Борошно набуває гіркового смаку й запаху, які будуть відчуватися і у продуктах, виготовлених з нього.

При нерівномірному обігріві або охолодженні мішків з борошном відбувається явище термовологопровідності, внаслідок якого виникають активні мікробіологічні осередки.

Затхлий, пліснявий смак з'являється у борошні при зберіганні його в умовах високої відносної вологості повітря (понад 80%).

Кислий запах і смак виникає при розвитку кислото утворюючих бактерій в результаті накопичення у борошні органічних кислот і збільшення титрованої кислотності.

Сторонній запах і смак є наслідком недотримання режимів зберігання, норм товарного сусідства, наявності домішок у зерні (в'язіль, гірчак, полин).

Медовий запах з'являється у борошні зараженому кліщами.

Солодкий смак виникає при переробці на борошно пророслого зерна.

Темний колір борошна зумовлює підвищений вміст висівок у ньому й деяких домішок (головня, мар'яник та ін.). Внаслідок діяльності мікроорганізмів відбувається прокисання, пліснявіння, самозігрівання борошна, що робить його непридатним для використання.

Зниження та втрата сипкості спостерігається при підвищеній вологості борошна й збільшенні вмісту частинок оболонок.

Хрускіт обумовлений наявністю у борошні мінеральних домішок.

Шкідники хлібних запасів забруднюють борошно продуктами життєдіяльності й мертвими особинами, сприяють зростанню кількості мікроорганізмів і самозігріванню.

Відходи борошномельного виробництва, їх використання

При виробництві *сортowego борошна* значному здрібнюванню підлягає лише ендосперм, а зародок, оболонки й алейроновий шар виділяють у вигляді висівок, які містять багато цінних біологічно активних речовин.

Безпосередньо на борошномельних заводах із зародків, що були видалені в процесі виробництва борошна, виробляють *зародкові пластівці*, вихід яких становить 0,25–0,30% від маси зерна, що переробляється.

Вологість зародкових пластівців коливається у межах 11–15%. Вони містять 28,6–41,0% білків, 8,0–10,4% жирів, 11,1–16,6% цукрів,

15,4–25,5% крохмалю, 2,4–3,7% клітковини та 4,2–6,3% золи. У зародкових пластівцях в 1,2–2,5 рази більше кальцію та в 1,5–5,0 разів більше калію порівняно з борошном вищого сорту.

Зародкові пластівці широко використовують у виробництві хліба, хлібобулочних та кондитерських виробів, в медицині, фармацевтичній та парфумерній промисловості.

Технологічний процес виробництва зародкових пластівців складається з таких операцій: відбору зародків; очищення від залізомагнітних домішок; збагачення в повітряному аспіраторі для відокремлення часточок оболонок і борошна; сушіння; охолодження; фасування і упакування.

Висівки вважаються безцінним відходом борошномельного виробництва. Вони містять плодові й насінневі оболонки та алейроновий шар зерна.

Технологічна характеристика висівок наведена у табл. 10.

Таблиця 10

Технологічна характеристика висівок

Сировина	Вміст частинок висівок розміром, мкм, %						Середній розмір частинок, мкм
	до 30,5	від 30,5 до 88,9	від 88,9 до 163,8	від 163,8 до 190,8	від 190,8 до 222,3	від 222,3 до 259	
Висівки харчові подрібнені	15,7	6,9	22,5	15,0	21,9	17,9	174,4

З висівок виготовляють *дієтичні висівки*.

Технологічний процес виробництва дієтичних висівок складається з наступних операцій: виділення і обробка на спеціальних машинах для зменшення залишків ендосперму й

борошна, очищення, термічна обробка, охолодження, фасування та упакування.

Для зниження мікробіологічного забруднення та вологості пшеничних висівок здійснюють їх термічну обробку впродовж 10 хв. за температури в 110–130°C. Після сушіння й охолодження їх вологість повинна бути не більше 7,0%.

В асортименті виробляють висівки пшеничні, житні, ячмінні, вівсяні, рисові, гречані та інші.

У висівках міститься 15,0–18,0% білків, 4,3% жирів, 30% крохмалю та 45% клітковини. Основною речовиною висівок є харчова клітковина – нерозщеплюваний, жорсткий і грубий вуглевод. Крім цього, у складі висівок є білки, жири, цукри, вітаміни, мінеральні речовини.

Дані, які характеризують хімічний склад пшеничних висівок наведено у табл.11.

Таблиця 11

Хімічний склад пшеничних висівок

Показник	Пшеничні висівки
Вода	9,9 г
Білки	15,6 г
Жири	4,3 г
Вуглеводи	64,5 г
Баласт	42,8 г
Цукри	0,41 г
Кальцій	73,0 мг
Магній	611 мг
Фосфор	1013 мг
Калій	1182 мг
Цинк	7,0 мг
Залізо	11,0 мг

Вітамін В ₃ (ніациновий еквівалент)	13,6 мг
Вітамін В ₅ (пантотенова кислота)	2,2 мг
Вітамін В ₆ (піридоксин)	1,3 мг
Вітамін Е (токоферол)	1,5 мг
Вітамін В ₁ (тіамін)	0,5 мг
Вітамін В ₂ (рибофлавін)	0,6 мг
Вітамін К	1,9 мкг
Енергетична цінність	904 кДж

Дієтичні висівки використовують при виробництві дієтичних сортів хліба, які рекомендовані для лікування та профілактики хвороб травної системи, порушення жирового обміну, викликаного використанням у харчуванні продуктів бідних на харчові волокна.

Крім цього, висівки використовують для виготовлення комбікорму та на фуражні цілі.

КЛЮЧОВІ ТЕГИ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Що таке борошно?
2. Основні технологічні етапи виробництва борошна
3. Що таке помел?
4. Формування товарних сортів борошна.
5. Що таке вихід борошна?
6. Класифікація борошна.
7. Охарактеризувати сорти борошна, які виробляють з пшениці.
8. Охарактеризувати сорти борошна, які виробляють з жита.
9. Зберігання борошна: способи, умови, терміни. Дефекти.
10. Процеси, які відбуваються при дозріванні борошна.
11. Основні відходи борошномельного виробництва та напрями їх використання.

РОЗДІЛ 5. Основи переробки зерна на крупу

Крупи – це цілі, дроблені або розплющені зерна хлібних злаків, гречки й бобових культур, частково або повністю звільнені від домішок, що не засвоюються або погано засвоюються організмом людини і тканин зерна – квіткових плівок, насінневих і плодових оболонки, а в ряді випадків – від алейронового шару й зародка.

Зерно різних круп'яних культур відрізняється за формою, розмірами та будовою і складається із трьох частин: ендосперму, зародка й оболонки. Ендосперм і зародок, з технологічної точки зору розглядають як єдине ціле – ядро. Зовнішні плівки (оболонки), якими вкрите ядро, є квітковими (просо, рис, ячмінь, овес) або плодовими (гречка, пшениця, кукурудза) або насінними (горох). Важливою морфологічною особливістю зерна є міцність з'єднання плівок з ядром.

У зерна рису, проса, вівса та гречки зовнішні плівки охоплюють ядро, але не зросли з ним; у пшениці, гороху, ячменю та кукурудзи плівки щільно зрослися з ядром по всій його поверхні. Найбільше плівок у вівса – 22-30%, найменше у ячменю – 8-15% і гороху – 10%, у проса їх 15-22%, гречки та рису - 17-24%.

Міцність з'єднання плівок з ядром, міцність та крихкість ядра значною мірою визначають спосіб переробки зерна в різні круп'яні продукти та їх асортимент.

Асортимент круп формується залежно від виду круп'яної культури та технології виробництва. Виробництво круп здійснюється на крупозаводах.

Показники якості круп'яного зерна

Якість та споживні властивості крупів будь-якого виду залежать від виду круп'яної культури, технологічних властивостей зерна, технології виробництва. Зерно, що використовується для виробництва крупів, повинно відповідати певним обов'язковим вимогам. Крупи з високими споживчими властивостями одержують тільки із свіжого та добре підготовленого до переробки зерна.

Основними **технологічними** властивостями зерна є: *загальний стан, круп'яні властивості та споживчі якості крупи.*

Показники загального стану зерна призначеного для переробки регламентують його якість за загальними ознаками придатності для виробництва крупи. До таких показників належать: *колір і запах зерна*, характерні для нормального здорового зерна; *вміст смітних і зернових домішок; вологість зерна.*

Показниками круп'яних властивостей зерна, які нормуються є: *плівчастість, однорідність за типовим та сортовим складом, крупність і вирівняність зерна.*

Плівчастість визначають за вмістом у зерні квіткових насінневих або плодових оболонки і виражають відношення маси виділених оболонки до маси зерна. Чим менша плівчастість, тим кращі технологічні властивості зерна і більший вихід крупи можна одержати.

Однорідність за типовим і сортовим складом. Зерно різних типів та сортів різняться за структурно-механічними властивостями, серед яких найважливішою є різна опірність руйнуванню, яка значно знижує вихід крупи та її якість. Переробка суміші зерна неможлива через його різну опірність руйнуванню.

Крупність і вирівняність зерна істотно впливає на вихід і якість крупи. Чим крупніше зерно, тим вищі його технологічні якості: воно краще лушиться, утворюється менше подрібненої крупи. При переробці вирівняного за крупністю зерна менше подрібнюється ядро, підвищується вихід та поліпшується якість крупи.

Для окремих культур встановлені *мінімально допустимі вмісти ядра в зерні* як показник достатнього виходу крупи: для зерна гречки – не менше 71%, проса – 74%, круп'яного вівса – 60%. Для інших культур цей показник не передбачений

За *скловидністю* визначають консистенцію ендосперму зерна пшениці та рису, яка буває скловидною, напівскловидною і борошнистою. Найбільший вихід крупи і кращу якість отримують із зерна з високою скловидністю. З борошнистого зерна крупу не виробляють.

Технологія виробництва крупів

Технологічний процес переробки зерна на крупу передбачає: *формування партій зерна, очищення зерна від домішок, сортування за крупністю, луцення та відокремлення ядра від оболонок, обробка ядра, сортування готової продукції.*

Формування партій зерна проводять з метою виготовлення крупів, які відповідають вимогам стандарту за вмістом домішок, що важко відокремлюються (насіння бур'янів, зіпсовані зерна). При формуванні партій зерна до виробництва крупів не дозволяється змішувати зерно різних типів та ґатунків, яке відрізняється за розміром, вологістю та технологічними властивостями.

Очищення зерна від домішок здійснюють на зерноочисних машинах, робота яких ґрунтується на використанні різних

властивостей зерна та домішок. До таких машин належать: повітряні сепаратори (для виділення домішок, які відрізняються від зерна аеродинамічними властивостями); повітряно-решітні сепаратори (для виділення домішок, які відрізняються від зерна розмірами та аеродинамічними властивостями); трієри (для виділення домішок, які відрізняються від зерна за довжиною); каменевідбірники (для видалення камінців і гальки), магнітні апарати (для відокремлення феромагнітних домішок: шматочки металу, руда, шлаки); оббивальні машини.

Крім звичайних методів, для очищення зерна гречки, проса та деяких інших культур застосовують мийні машини.

Від чистоти зерна залежить чистота крупів і вміст у них домішок органічних (в тому числі і шкідливих), мінеральних і феромагнітних кількості яких нормується стандартами.

Гідротермічну обробку поряд з механічною застосовують на сучасних круп'яних заводах з метою руйнування клейких речовин у плівках зерна хлібних злаків і оболонки плоду (зерна) гречки, часткової клейстеризації крохмалю у периферійних шарах ендосперму. Гідротермічне оброблення полегшує відокремлення оболонок при луценні, знижує подрібнення ядер, поліпшує споживчі якості крупи, скорочує тривалість варіння і каша стає більш розсипчастою, підвищується стійкість крупи при зберіганні в результаті інактивації ферментів, які викликають псування крупи.

Найбільш поширеними способами гідротермічної обробки є:

- пропарювання – сушіння – охолодження;
- зволоження – відволожування.

Першим способом обробляють зерно гречки, вівса і гороху при температурі вищій за 100°C. Зерно зволожується, прогрівається, відбувається часткова клейстеризація крохмалю і пластифікація ядра, яке стає менш крихким і менше подрібнюється при луценні та шліфуванні.

При сушінні зерна після пропарювання зневоднюються зовнішні оболонки і стають більш крихкими та легше розколюються при луценні. Охолодження після сушіння додатково знижує вологість зерна і холодні оболонки стають більш крихкими.

Другий спосіб (зволоження – відволоження) застосовують переважно для обробки зерна пшениці й кукурудзи. Зерно зволожують до вологості 15–16% в спеціальних апаратах або в пропарниках безперервної дії при низькому тиску пари. Зволожене зерно відволожують у бункерах впродовж восьми годин.

Сортування зерна перед луценням за розміром (калібрування) проводять після очищення, що сприяє збільшенню виходу крупів і підвищенню їхньої якості. Сортування зерна за розміром має місце при виготовленні крупів з гречки, вівса, просу і гороху. При сортуванні зерна інших культур відокремлюють тільки дрібні зерна.

Поділ очищеного зерна на фракції за крупністю полегшує відокремлення від зерна зовнішніх оболонок в луцильних машинах, підвищує ефективність процесу луцення, зокрема виділення ядра. Кількість фракцій, на які сортують зернову суміш, залежить від характеру та форми робочої зони луцильних машин, умов сортування. При наявності у масі зерна великих зерен при луценні утворюється багато подрібнених частинок і борошняного пилу, зерна дрібніші погано або зовсім не лущаться.

Лущення зерна – основна технологічна операція виробництва крупи завданням якої є видалення з його поверхні квіткових (у плівчастих), плодових (у пшениці, гречки, кукурудзи), та насінневих (у гороху) оболонок у луцильній машині зі збереженням цілісності ядра. З огляду на відмінності фізико-механічних властивостей зерна різних круп'яних культур існує три способи впливу луцильних машин на зерно, внаслідок чого руйнуються та видаляються оболонки.

Перший спосіб лущення полягає в стисканні зерна та наступному сколюванні квіткових плівок. Такий спосіб ефективний для лущення зерна, оболонки якого не зрослі з ядром (рис, просо, овес, гречка). При цьому спосібі використовують луцильні посади або вальце-декові верстати.

Другий спосіб лущення при якому застосовують оббивальні машини, полягає у відокремленні оболонок внаслідок одно- або багаторазових ударів зерна об тверду поверхню. Цей спосіб використовують переважно для лущення зерна, плівки якого не зрослі з ядром, а ядро пластичне та не руйнується при ударі (овес, ячмінь) та для лущення зерна з крихким ядром з метою одержання подрібненої крупи (перлової, ячної).

Третій спосіб лущення полягає в стиранні оболонок внаслідок тертя зерна об шорстку рухому поверхню. Його застосовують для лущення зерна, плівки якого щільно зрослі з ядром (горох, рис, пшениця, кукурудза). При цьому спосібі лущення застосовують луцильно-шліфувальні машини.

Після будь-якого з названих способів лущення зерна одержують суміш різних продуктів, які умовно поділяють на п'ять фракцій:

- *перша (основна) – луцне ядро;*
- *друга – зерно, що залишається нелуцним;*
- *третя – відокремлені зовнішні плівки;*
- *четверта – подрібнене ядро;*
- *п'ята – борошенце, тобто подрібнені часточки ядер і плівок.*

Подрібнене ядро й борошенце розділяють при сортуванні на решетах, відокремлені зовнішні плівки відвіують за допомогою аспіраторів.

Круповідокремлення є наступним етапом у виробництві круп і передбачає розділення суміші луцного та нелуцного ядра в крупо відокремлювальних машинах. Самосортування суміші в цих машинах забезпечується різницею в масі луцених та нелуцених ядер, за якого луцне ядро падає в нижні шари суміші, а нелуцне – залишається на поверхні.

Лушпиння й борошенце направляють у відходи, а необрушені зерна повертають для повторного обрушення. Луцне зерно, *крім гречки*, яка вже є крупною-ядрицею, направляють на подальшу доробку.

Дроблення ядра здійснюють при виробництві круп з пшениці (полтавської), з ячменю (ячної і перлової) та кукурудзяної шліфованої та дробленої.

Шліфування застосовують при виготовленні пшона, крупів вівсяних, велико подрібнених пшеничних, перлових і кукурудзяних, з рису й гороху для надання їм певної форми, однорідності і поліпшення споживних якостей.

При шліфуванні цілої недробленої крупи (пшоно, рис) внаслідок інтенсивного тертя об абразивну поверхню та взаємного тертя ядер відокремлюються плодові і насінні оболонки, що залишилися, зародок і частково у пшоні і майже повністю у рисі алейроновий шар, у вівсяного ядра – видаляється тільки частина зародка і зникає опушеність.

Для шліфування крупи застосовують луцильно-шліфувальні машини, вальце-декові верстати (для пшоно) та спеціальні шліфувальні постави, в основному для шліфування рисового ядра.

Шліфування поліпшує зовнішній вигляд крупів і впливає на зміну хімічного складу.

У шліфованих крупах міститься на 20–30% менше золи, макро- і мікроелементів, на 50–80% жиру й клітковини, а також вітамінів (наприклад, у рисі обрушеному вітаміну В₁– 4–5 мг/кг, у шліфованому –1,5 мг/кг), збільшується дещо вміст крохмалю.

У великодроблених крупах завдяки видаленню периферійних частин зерна поліпшуються споживні властивості, вони набувають однорідного кольору та необхідної круглої форми.

Кулінарні властивості шліфованих круп стають значно кращими: збільшується їх об'єм при варінні, зменшується тривалість варіння, підвищується засвоюваність, покращуються смакові якості. У шліфованих крупів в результаті видалення зовнішніх шарів та зародка, що містить багато жиру, підвищується стійкість при зберіганні.

Полірування покращує зовнішній вигляд крупи, при цьому з поверхні ядра видаляється борошенце, що залишилося після шліфування, згладжуються подряпини, крупа стає світлішою, з

приємним блиском. З ядра рису видаляється алейроновий шар, а з гороху – верхній шар сім'ядоль. Для полірування застосовують ті самі машини, що й для шліфування, але з використанням дрібнішого абразивного матеріалу.

Вихід крупи є важливим показником виробництва. Вихід різних видів крупів визначається природними особливостями, якістю сировини та технологією переробки. Для круп'яних підприємств встановлені норми виходу крупів цілих і подрібнених і крупів за гатунками. *Вихід крупів* залежить від засміченості зернової маси, виповненості і плівчастості зерен, консистенції ендосперму. Найбільший вихід у гороху лущеного – 73%, найменший – у перлових і кукурудзяних шліфованих крупів – 40%, у інших – від 63% до 66 %. Велике та виповнене зерно порівняно зі щуплим і дрібним, має менше оболонок і вихід крупи з такого зерна є більшим. Із зерна склоподібної досить міцної консистенції отримують більше цілого ядра і менше дробленого порівняно із зерном з борошнистим. Шліфування і полірування зерна зменшує вихід крупів, а гідротермічна обробка, навпаки, збільшує.

Перед упакуванням проводиться *очищення* круп, яке полягає у просіюванні, відділенні метало домішок, контрольному провіюванні.

Просіювання крупи проводять для відділення битих ядер і борошенця з цілого ядра після шліфування. Крупу з дробленого шліфованого і нешліфованого ядра просіюють для надання їй однорідності за розміром.

Відділення металодомішок, що випадково могли потрапити в крупу від робочих частин машин, здійснюють в магнітних апаратах перед її затарюванням у мішки.

Затарювання (вибій) крупи в мішки, їх зашивання і маркування проводиться у відповідності з вимогами стандарту.

Для упакування крупів використовують мішки джутові або бавовняні стандартною місткістю від 50 до 70 кг. Значну частину крупів на крупозаводах фасують у паперові одношарові або полімерні пакети місткістю 500 г або 1000 г.

Узагальнена схема виробництва круп наведена на рис. 5.

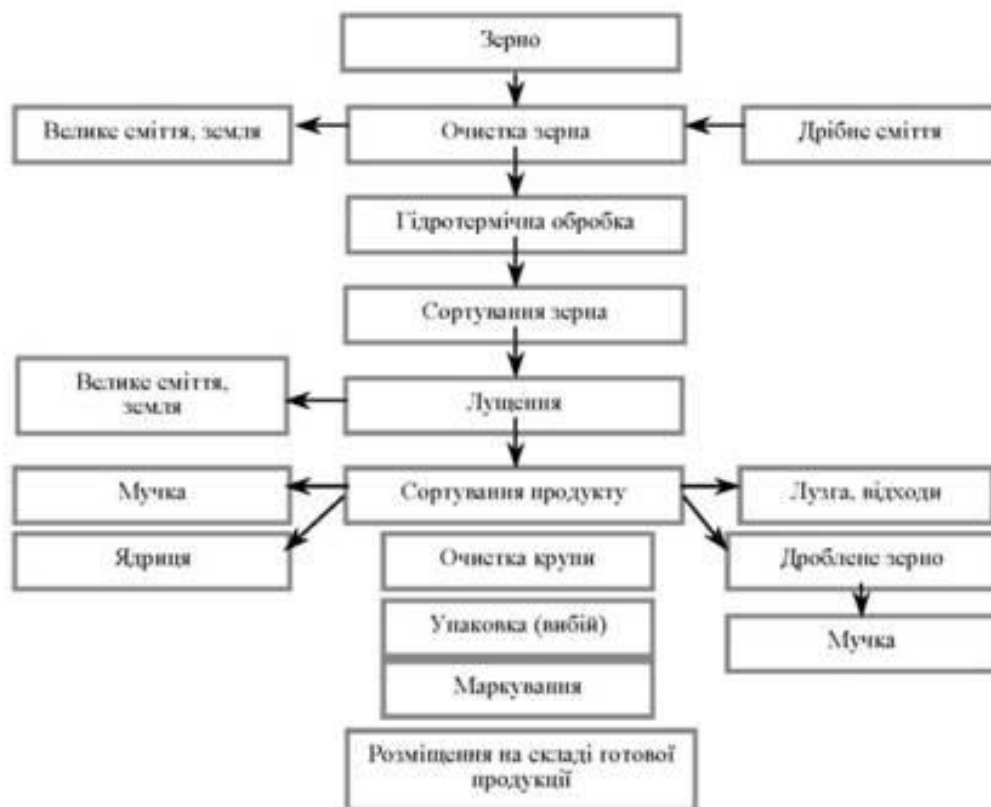


Рис. 5. Узагальнена схема виробництва круп

Крупи, що швидко розварюються

Сировиною для вироблення круп, що швидко розварюються є звичайні види крупів, які зазнають додаткової механічної і теплової обробки. Їх отримують методом гідратації або плющення крупів з подальшим сушінням до встановленої вологості та доведенням до повної кулінарної готовності.

Залежно від виду сировини виготовляють крупи: вівсяні, горохові, гречані, кукурудзяні, перлові, пшеничні, пшоняні, рисові, ячні. За хімічним складом вони близькі до звичайних крупів, з яких вони виготовлені.

В останні роки розпочато виробництво *мікронізованих крупів* з пшениці, жита, ячменю лущеного і вівса. Суть процесу мікронізації полягає у впливі на зерно мікрохвильового інфрачервоного випромінювання.

Мікронізація проводиться в газовому мікронізаторі впродовж 50–60 сек., що забезпечує підвищення харчової цінності крупів.

Для отримання мікронізованої крупи зерно (сировину) очищують від домішок, зволожують до 17–19%, витримують впродовж 3–8годин, обробляють парою впродовж трьох хвилин та інфрачервоними променями при частоті 700–1200 млн. мегациклів на секунду з подальшим плющенням на пластівці. Інфрачервоні промені збуджують молекули й викликають їх вібрацію в результаті чого відбувається швидке внутрішнє розігрівання продукту. Цей процес «варіння» надає зернам тимчасову «розм'якшену» консистенцію.

Після мікронізації проводиться плющення з наступним досушуванням до вологості 12–15%.

Тривалість варіння мікронізованих крупів не перевищує 15 хв., при цьому об'єм їх збільшується у 1,5 рази й більше. Крупи зберігаються до чотирьох місяців і характеризуються високими споживними властивостями.

Новітні технології передбачають виробництво крупів, що *не потребують варіння*. Для їх отримання проводиться дворазове пропарювання нешеретованого зерна, а потім і обрушеного ядра з

подальшим обробленням на варильно-обсмажувальному обладнанні. При виробництві пластівців крупи пропускають через рифлені вальця.

У крупах залишається алейроновий шар, частина насінневої оболонки й зародка, що сприяє підвищенню харчової цінності.

Класифікація та асортимент крупів

Залежно від виду культури крупи поділяють на *види*: пшеничні, гречані, вівсяні, рисові, ячмінні, кукурудзяні, з гороху, з квасолі.

З огляду на специфічні технологічні операції (термічна обробка, спосіб обробки поверхні тощо) вся круп'яна продукція розділена на шість груп:

1. Крупи недроблені – рис (шліфований, полірований), пшоно, ядриця гречана, вівсяна недроблена, горох цілий, які отримують лущенням з обробкою ядра.

2. Крупи дроблені шліфовані – перлова (з ячменю), Полтавська і Артек (з пшениці), кукурудзяна шліфована. Ці крупи отримують видаленням оболонок і зародків, дробленням ядра з наступним шліфуванням, поліруванням та сортуванням за розмірами (від 0,56 до 3,5 мм) на п'ять номерів.

3. Крупи дроблені – ячна (з ячменю), вівсяна, кукурудзяна, які отримують дробленням чистого ядра і сортуванням за розмірами (від 0,56 до 2,5 мм) на три номери.

4. Пластівці – продукт переробки круп.

5. Крупи підвищеної поживної та біологічної цінності, які отримують шляхом змішування двох–трьох видів розмеленої крупи з введенням додатків рослинного та тваринного походження.

6. Крупи швидкого приготування – оброблені за спеціальною технологією.

Залежно від технології виробництва крупи ділять на: різновиди, номери, сорти.

Залежно від якості крупу поділяють на сорти: вищий, перший, другий, третій.

Крупу з цілого ядра (пшоно, ядриця, рис, вівсяна) ділять на сорти:

- пшоно – на вищий, перший, другий;
- рис – на вищий, перший, другий і третій;
- вівсяну – на вищий, перший;
- ядрицю – на перший, другий і третій.

Дроблену виробляють крупу рисову, гречану (проділ). З ячменю, пшениці, кукурудзи виготовляють дроблену крупу, так звану номерну, тобто розділену за крупністю на фракції – номери. Дроблену крупу на сорти не ділять.

Пшеничні крупи виробляють із зерна твердої, інколи м'якої скловидної, пшениці у вигляді *пшеничної шліфованої та манної крупи*.

Пшеничні шліфовані крупи залежно від величини крупинок поділяють на п'ять номерів: № 1–4 називають «Полтавська», № 5 – «Артек»

Крупа № 1 виробляється з цілих зернівок, має видовжену форму, розміром часток 3,0–3,5 мм. Крупи від №2 до №5 є подрібненими. Крупа №2 овальна, розміром 2,5-3,0 мм, № 3 – округла, розміром 2,0-

2,5 мм, № 4 – округла, розміром 1,5-2,0 мм і №5 – округла, дуже дрібна, розміром 0,5-1,5 мм.

Тривалість варіння пшеничних круп – від 15 хв. (Артек) до 60 хв. (№1), при цьому об'єм їх збільшується у 4–5 разів. Крупи «Полтавські» і «Артек» на товарні сорти не поділяють.

Манні крупи отримують при сортових помелах зерна пшениці в борошно або спеціальним розмелюванням твердої пшениці. Розмір частинок складає 1,0–1,5 мм.

Залежно від виду зерна пшениці розрізняють три марки манних крупів: «М», «Т» і «МТ».

Крупку марки «М» виготовляють із м'якої пшениці, «Т» – з твердої, «МТ» – із суміші м'якої і твердої пшениці.

Тривалість варіння манних круп марки «М» – від 5 до 8 хв., «Т» – 10–15 хв., марки «МТ» за всіма показниками займає проміжне місце.

Манні крупи на товарні сорти не поділяють. Завдяки високій засвоюваності хімічних речовин манні крупи високо ціняться в дитячому та дієтичному харчуванні.

З пшениці виготовляють також пшеничні крупи, що швидко розварюються й такі, що не потребують варіння.

Ячмінні крупи виробляють із зерна ячменю і залежно від технології виготовлення їх поділяють на *перлові та ячні*.

Перлові крупи – це ядро зерна ячменю, вивільнене від квіткових плівок, добре відшліфоване, з гладкою поверхнею.

Перлові крупи залежно від величини виробляють п'яти номерів: №1 – 3,0–3,5 мм, №2 – 2,5-3,0 мм, №3 – 2,0-2,5 мм, №4 – 1,5-2,0 мм і №5 – 0,56-1,5 мм.

Крупи № 1 і № 2 – це відшліфовані цілі зерна ячменю, а № 3, 4 і 5 – подрібнені та відшліфовані частини зерна. Форма перлових круп № 1 і № 2 видовжена, колір білий або жовтуватий. Крупи № 3, 4 і 5 мають округлу форму, білий колір з темними смужками на місці борозенки.

Виготовляють також перлові крупи із скороченим терміном варіння, швидко розварювальні та такі, що не потребують варіння.

Ячні крупи – це частинки подрібненого ядра різного розміру і форми, виготовлені з ячменю з скловидним ендоспермом і повністю вивільнені від квіткових оболонок.

Залежно від розміру крупинок ячні крупи поділяють на три номери: №1 (2,0-2,5 мм), №2 (1,5-2,0 мм) і №3 (0,56-1,5 мм).

Крупинки мають неправильну форму, гострі грані та жовтувато-сірий колір.

Тривалість варіння перлових круп складає 60–90 хв., ячних круп – 40–45 хв. і залежить від розміру крупинок. Оскільки крупи № 1 мають найбільший розмір, то й варяться вони найдовше. Перлові і ячні крупи при варінні збільшуються в об'ємі у 5–6 разів. Консистенцію каш з перлових круп – розсипчаста, з ячних круп – в'язка. Каші з ячних круп після охолодження твердіють, що є їхнім недоліком.

Вівсяні крупи залежно від технології виробництва поділяють на пропарені *недроблені шліфовані та плющені*.

Недроблену пропарену шліфовану крупу виготовляють із шеретованих (вилущених) шліфованих зерен вівса. Вона являє собою цілі ядра вівса, звільнені від квіткових плівок, волосків і оболонок та зародка. Поверхня крупинок гладка, світло-кремового кольору,

оскільки при пропарюванні утворюються меланоїдини, консистенція ядра – борошніста.

Плющену крупу виготовляють із неподрібненої заново пропареної і підсушеної шліфованої крупи, яку потім плющать пропусканням через рифлені вальці на пластівці завтовшки 1,0–1,2 мм. На поверхні крупинок залишається помітний характерний малюнок від вальців.

Плющені крупи порівняно з недробленими швидше варяться.

Вівсяні крупи характеризуються високими споживчими властивостями, добре засвоюються та використовуються для дієтичного харчування.

Недроблені пропарені шліфовані та плющені вівсяні крупи залежно від якості поділяють на вищий і перший сорти.

Вівсяні крупи для дитячого харчування виготовляють із зерна, вирощеного на полях без застосування пестицидів.

Кукурудзяні крупи виробляють залежно від технології *шліфовані й дробнені*.

Шліфовані крупи є частинками ядра кукурудзи різної форми, отримані відокремленням плодових оболонок і зародка, білого або жовтого кольору. зашліфовані, з заокругленими гранями.

Залежно від розміру крупинок кукурудзяні крупи поділяють на п'ять номерів. Найбільші за розміром крупи № 1, найменші – № 5.

Дробнені крупи поділяються на три різновиди: великі, середні та дрібні.

Кукурудзяні крупи на товарні сорти не поділяються.

Тривалість варіння кукурудзяних круп – близько 1 год. При варінні вони збільшуються в об'ємі в 3–4 рази. Недоліком каш з

кукурудзяних круп є тверда консистенція при вистиганні та специфічний присмак.

Рисові крупи залежно від технології виготовлення є *шліфовані і та шліфовані подрібнені*.

Шліфовані крупи виготовляють із шеретованих (вилущених) шліфованих зерен рису, в яких повністю видалено квіткові плівки, плодові та насінневі оболонки, значну частину алейронового шару і зародка.

Залежно від вмісту доброякісного ядра, а також наявності домішок пожовтілого ядра рису, ядер з червоними смужками, червоних, глютинозних, нелущених і наявності засміченості поділяють на сорти: екстра, вищий, перший, другий і третій. Крупи сорту екстра мають білий колір, вищого, 1-го, 2-го, 3-го сортів – білий з різними відтінками.

Шліфовані подрібнені крупи – це побічний продукт, який отримують при виробництві шліфованого рису, додатково оброблений на шліфувальних машинах. Ці крупи мають биті ядра рису розмір яких складає менше 2/3 цілого ядра. Дроблений рис на товарні сорти не поділяються.

Тривалість варіння рисових круп 20–40 хв. під час якого об'єм збільшується у 4–6 разів. Каші, виготовлені з рисових круп характеризуються добрим смаком, приємним зовнішнім виглядом, доброю засвоюваністю, широко використовуються для дитячого та дієтичного харчування. Більше ціниться рис склоподібний видовжений.

Крупи з проса представлені пшоном шліфованим. Це ядро проса, звільнене від квіткових плівок, плодових та насінневих оболонок і

частково від алейронового шару і зародка, кулястої форми з невеликим заглибленням на місці зародка, від світло- до інтенсивно жовтого кольору. Колір цих круп варіює від білого до жовтого. Кращими споживчими та смаковими властивостями характеризуються крупы жовтого кольору, оскільки виготовлені з скловидного зерна.

Шліфоване пшоно поділяють на три сорти: вищий, 1-й та 2-й. Виготовляють також пшоно шліфоване швидкорозварюване. Каша з таких круп розсипчаста

Пшоно шліфоване розварюється протягом 25–30 хв. , збільшуючись в об'ємі об'ємі в 6–7 разів.

Гречані крупы залежно від технології виробництва поділяють на *ядрицю (звичайну й швидкорозварювану)* та *проділ (звичайний і швидкорозварюваний)*.

Ядриця – це цілі ядра гречки, вивільнені від плодових оболонок. Колір крупы зеленкуватий або кремовий. Ядрицю звичайну поділяють на 1-й, 2-й, 3-й товарний сорт, швидкорозварювану – на 1-й і 2-й сорт.

Проділ – це подрібнені крупы, які утворюються при виробництві ядриці. Проділ на сорти не поділяють.

Швидкорозварювані гречані крупы виготовляють завдяки термічній обробці звичайних гречаних круп.

Тривалість варіння ядриці звичайної складає 30–40 хв., швидкорозварюваної – 15–20 хв., проділу – близько 20 хв. Ядриця при варінні збільшується в об'ємі в 5–6 разів. Каша, виготовлена з проділу, має нижчі споживчі властивості, порівняно з кашею з ядриці та в'язку консистенцію.

Виготовляють також гречані крупи, що не потребують варіння та ядрицю для дитячого харчування із зерна, вирощеного на полях без використання пестицидів.

Крупи з гороху залежно від способу обробки поділяють на горох лущений цілий полірований та горох лущений колотий полірований. .

Горох лущений являє собою насіння продовольчого лущильного гороху жовтого або зеленого кольору, звільнене від насінневої оболонки і паростка-зародка. Горох лущений полірований – це цілі неподілені сім'ядолі з гладкою поверхнею, а колотий – це окремі сім'ядолі, краї яких заокруглені.

Горох лущений на сорти не поділяють. Горох лущений повинен бути одноколірним, що забезпечує хороший товарний вигляд і рівномірність розварювання крупи. Якщо у жовтому або зеленому горосі є понад 7,0% домішок гороху іншого кольору, його вважають сумішшю кольорів.

Тривалість варіння круп з гороху близько однієї години, при цьому об'єм їх практично не збільшується. При варінні горох може розварюватися до утворення пюреподібної консистенції, що пояснюється гідролізом протопектину з утворенням пектину.

Широкому вживанню круп з гороху перешкоджає специфічний запах та тривалість приготування страв. З огляду на ці недоліки було запропоновано виробництво плющених пропарених круп з гороху.

Крупи з квасолі. Насіння квасолі використовують для харчових цілей без попередньої обробки, крім видалення сторонніх домішок. Її використання в кулінарії визначає колір: з білої квасолі готують переважно перші страви, з кольорової – другі.

Тривалість варіння квасолі велика – від однієї до двох годин.

Харчова цінність та споживні властивості крупів визначаються хімічним складом, засвоюваністю окремих речовин, органолептичними показниками, енергетичною цінністю, використанням.

Дані, які характеризують хімічний склад та енергетичну цінність деяких видів круп наведено у табл. 12.

Особливістю хімічного складу крупи є підвищений вміст вуглеводів (65–77% сухої речовини), білка, чим пояснюється її досить висока енергетична цінність.

Про харчову цінність крупів цінять не тільки за основними речовинами, що входять до їх складу, але й за їх збалансованістю. Тому, для тих чи інших видів круп важливими є особливості властивостей крохмалю, співвідношення білків та їх повноцінність за амінокислотним складом, груповий та жирно кислотний склад ліпідів, кількість окремих мікроелементів і макроелементів, їх співвідношення, вміст біологічно активних речовин.

Таблиця 12

Хімічний склад та енергетична цінність деяких видів крупів

Вид і різновид крупів	Хімічний склад, г/100 г (середні дані)							Енергетична цінність ккал/100 г
	вода	білки	жири	моно- і дисахариди	крохмаль	клітковина	інші речовини	
Полтавська	14,0	11,5	1,3	1,0	62,1	0,7	9,9	316
Манна	14,0	10,3	1,0	0,3	67,4	0,2	6,8	328
Перлова	14,0	9,3	1,1	0,6	65,6	1,0	8,1	320
Ячна	14,0	10,0	1,3	1,1	65,2	1,4	7,0	324
Куку-	14,0	8,3	1,2	1,2	70,4	0,8	4,1	327

рудзяна								
Рисова	14,0	7,0	1,0	0,7	70,7	0,4	6,2	330
Вівсяна	12,0	11,0	6,1	0,9	48,8	2,8	18,4	303
Пшоно	14,0	11,5	3,3	1,7	64,8	0,7	4,0	348
Гречана ядриця	14,0	12,6	3,3	1,4	60,7	1,1	6,9	335
проділ	14,0	9,5	2,3	1,1	64,8	1,1	7,2	329

З крупів найбільшу енергетичну цінність має пшоно – 348 ккал і гречана ядриця – 335 ккал, найменшу вівсяна – 303 ккал і пшенична Полтавська – 316 ккал /100 г продукту.

Крупи підвищеної біологічної цінності

Більшість видів крупів має певні недоліки хімічного складу, недостатньо високу біологічну і харчову цінність.

Сьогодні розроблено ряд технологій, які дозволяють поліпшити харчову цінність та споживні властивості крупів, розширити їх асортимент в напрямі виробництва продукції спеціального призначення (для дієтичного та лікувального харчування, для дітей тощо).

Нові види крупів є комбінованими продуктами, які виробляють на основі різних видів натуральної круп'яної сировини, що розрізняються за хімічним складом і тому доповнюють одна одну. Крім цього, для підвищення біологічної цінності крупів додають речовини тваринного (знежирене сухе молоко, сухий яєчний білок) або рослинного (ізоляти білків сої, олійних культур) походження, вітаміни і мінеральні речовини. Поєднання різних видів сировини і збагачувачів поліпшує біологічну і енергетичну цінність крупів, їх засвоюваність.

Для виробництва крупів підвищеної біологічної цінності основною сировиною є борошно деяких видів дроблених крупів (гречаних, рисових, вівсяних, горохових), а також пшениці (напівкрупки), ячменю і кукурудзи.

Борошно, просіюють на розсівах крізь капронові сита, прохід надходить у бункери з сухим знежиреним молоком а звідти за допомогою встановлених під ними дозаторів суміш в кількості відповідно до заданої рецептури подається у змішувач, куди одночасно з невеликих бункерів дозаторами подаються вітаміни, мінеральні речовини та інші різні добавки. Після ретельного перемішування однорідна суміш надходить у бункер, розміщений над пресом, матриці якого дають змогу виготовляти крупу певної форми й розмірів, подібно до рисової, гречаної або горохової.

При виробництві крупів підвищеної біологічної цінності шляхом дражирування послідовно накачують шари борошна різних видів або тісто впресовують через матриці пресів з різним профілем отворів. Недоліком цього способу є досить слабка стійкість форми в готових стравах.

Інший спосіб виробництва крупів підвищеної біологічної цінності передбачає використання в якості драглеутворювачів альгілату або пектину кальцію, при цьому крупи отримують пресуванням.

Після пресування крупу пропарюють, підсушують до вологості 12–13%, сортують за розміром, пропускають через магнітні машини й фасують.

Вироблені таким способом крупи мають добрі смакові якості, швидко (10- 20 хв.) розварюються, розсипчасті, добре поєднуються з різними продуктами, зберігаються до року.

Показники якості крупів

Згідно нормативних документів якість крупи визначається за органолептичними й фізико-хімічними показниками.

Органолептичну оцінку крупів починають з оцінки *зовнішнього вигляду*, показниками якого є стан поверхні, особливості будови, форма і консистенція крупинок та їх забарвлення і за якими можна визначити вид і різновид крупів (суцільні або дроблені, шліфовані або поліровані).

Колір, запах і смак крупи характеризують її свіжість.

Колір крупів повинен бути однорідним, без істотних відмінностей у забарвленні окремих частинок і відповідати кольору ядра переробленого зерна та особливості його обробки.

Запах крупів повинен бути чистим, без стороннього, який вказує на несвіжість, псування та наявність пахучих домішок (полин та ін.).

Смак крупів повинен бути відповідним для кожного виду, без стороннього згірклого чи кислого. Власний смак крупи переважно слабо виражений. Специфічні присмаки характерні тільки для круп деяких видів (вівсяної, пшона, гороху лущеного).

У манній крупі одночасно з визначенням смаку встановлюють *відсутність хрускоту* при розжовуванні, що вказує на мінеральні домішки і є неприпустимим.

У разі пліснявіння або самозигрівання колір, смак і запах крупів змінюються. При тривалому зберіганні крупа набуває гіркового або кислого смаку внаслідок згіркнення та пересихання.

Вміст доброякісного ядра є важливим показником якості зерна, який свідчить про кількість повноцінної крупи у даній партії (визначається як різниця між ядром та вмістом домішок). Стандартами встановлений вміст доброякісного ядра для кожного виду крупи за яким їх поділяють на сорти. Відповідно, чим більше доброякісного ядра, тим вищий сорт.

Величина і ступінь вирівняності є важливим показником для дроблених і шліфованих крупів за яким їх поділяють на номери.

Вирівняність для дроблених видів круп повинна бути не менше ніж 75%, шліфованих крупів – не менше ніж 80%.

Вологість нормується для кожного виду крупів і коливається від 12% до 17%. Її встановлюють залежно від споживчих властивостей та умов зберігання крупи.

Для окремих видів круп додатково визначають *зольність* (манна і кукурудзяна крупа, вівсяні пластівці), *кислотність* (вівсяні пластівці), *вміст зародків* (кукурудзяна крупа).

У крупі кожного сорту визначається *вміст сторонніх домішок*, які погіршують якість крупи, товарний вигляд та споживчі властивості, збільшують кількість незасвоюваної клітковини та зольних речовин.

До сторонніх домішок відносяться:

- *смітна домішка* - складається з мінеральної (земля, пісок, галька), органічної (плівки, остюки) і шкідливої (кукіль, ріжки,

в'язіль та ін.); наявність деяких особливо отруйних бур'янів (насіння геліотропа і триходесми сивої) не допускається;

- зіпсовані ядра – це ядра загнилі, плісняві й зіпсовані самозігріванням;

- *нелущені зерна* – це зерна не звільнені від квіткових (рис, просо, овес, ячмінь), плодових (гречка) і насінневих (горох) оболонки;

- биті (колоті) ядра – це шматочки ендосперму певної величини, якщо фактичний їх вміст у крупах перевищує встановлену стандартом норму, то надлишок їх відносять до смітної домішки;

- мучель – дрібні частини ядра, оболонки і домішок; для ядриці, рису шліфованого й полірованого пшона вміст її не допускається, а для інших видів круп нормується стандартом.

Зараженість крупів шкідниками хлібних запасів не допускається.

Металомагнітні домішки обмежуються у всіх видах крупів і повинні складати не більше ніж 3 мг/кг, окремі частинки - не більше ніж 0,3 мм в найбільшому вимірюванні, маса – не більше ніж 0,4 мг.

Безпека крупів забезпечується граничним рівнем токсичних елементів (свинцю, кадмію, миш'яку, ртуті, міді, цинку), мікотоксинів, радіонуклідів і пестицидів.

Кулінарні властивості крупів не є стандартним показником, однак для споживача вони мають важливе значення. Кулінарні властивості крупів оцінюють за: кольором, смаком, структурою, тривалістю варіння до готовності, коефіцієнтом розварюваності (відношення об'єму каші до об'єму крупи до варіння), консистенцією (розсипчаста, в'язка).

Каші повинні мати типовий для даної крупи смак і запах, однотонний колір.

Для більш об'єктивної характеристики кулінарних якостей крупи розроблена *бальна оцінка* каш за такими показниками, як запах, колір, консистенція, смак, що дозволяє отримати порівняльні результати та надати органолептичній оцінці більшої об'єктивності і точності. В залежності від якості каші крупу за кулінарними властивостями поділяють на відмінну, добру і задовільну.

Сучасні способи зберігання крупів

Зберігання крупів має свої особливості. Вони менш щільні порівняно із зерном через механічну дію на них під час переробки.

При надходженні борошна й крупів для зберігання продукцію розміщують на складах і в секціях з урахуванням її видового складу і умов збереження якості.

Крупи зберігають у мішках складених у штабелі, в чистих сухих приміщеннях, не заражених шкідниками хлібних запасів, добре вентиляованих або обладнаних припливно-витяжною вентиляцією, захищених від дії прямого сонячного світла та джерел тепла.

Мішки з крупами в складських приміщеннях із цементною або асфальтовою підлогою укладають в окремі штабелі на підтоварники або дерев'яні стелажі, щоб відстань між мішками й підлогою була 7–10 см. Під час зберігання крупів відстань від джерела тепла, водопровідних і каналізаційних труб не повинна бути менше, ніж один метр.

Продукцію укладають у штабелі різних розмірів по довжині і висоті. Ширина штабеля може бути довільною. Висота штабеля

залежить від вологості крупів, пори року, температури зовнішнього повітря, стану тари та складу, стійкості продуктів. Між штабелями залишають проходи не менше ніж 2,0 м, а між штабелями і стінами – не менше 0,45 м.

Таблиця 13

Число рядів з крупами в штабелях

Середньодобова температура на складі	Пшоно, вівсяна і кукурудзяна крупи		Інші види крупів	
	Вологість продукції, %			
	до 13 включно	понад 13 до 14 включно	до 14 включно	понад 14 до 15,5 включно
Теплий період року (температура 10°C і вище)	8	6	10	8
Холодний період року (температура нижче 10°C до 0°C)	10	8	12	10
Холодний період року (температура нижче 0°C)	12	10	14	14

Мішки кладуть «двійником», «трійником», «п'ятериком» по відношенню ширини штабеля до ширини одного мішка, наскрізним укладанням чи «колодязем».

Крупи зберігають за температури $(18\pm 3)^{\circ}\text{C}$ і відносної вологості повітря, не більше 75%.

Не дозволено зберігати крупи в умовах впливу прямих сонячних променів, а також разом із продуктами, які мають специфічний запах.

У разі зберігання крупів на складах понад 10 діб піддони накривають брезентом або полімерними плівками такого розміру, щоб можна було їх загорнути на перший нижній ряд – для запобігання забрудненню та зволоженню продукції.

Крупу з пшениці, гречки, рису та гороху слід зберігати у мішках штабелями висотою не більше 10 мішків при температурі понад 10°C та вологості до 14%. За вищої вологості штабель має бути заввишки до 8 мішків. Якщо крупу зберігають при температурі нижче 10°C , то висоту штабеля можна збільшити до 12-ти мішків, а при температурі 0°C і нижче – до 14 мішків.

Крупу вологістю 13% і з вмістом жиру 6–8% зберігають у мішках штабелями по 8 мішків у висоту при температурі вище 10°C , а більше ніж по 10 мішків – при температурі нижче 10°C . Відносна вологість повітря не повинна перевищувати 60–65% температуру і відносну вологість повітря на складі визначають на висоті 1,5 м від підлоги. Температуру повітря перевіряють один раз на тиждень, а при систематичному провітрюванні – щодня.

Температуру крупи вимірюють при її надходженні на склад, а потім один раз на 15 днів при температурі повітря вище за 10°C і один раз на місяць при температурі нижче 10°C .

При вологості крупи 14–15% і температурі повітря вище 10°C температуру крупи контролюють кожні п'ять днів.

Зараженість шкідниками, запах і смак крупи контролюють один раз на місяць при температурі нижче 10°C і один раз на 15 днів при температурі вищій за 10°C. Вологість повітря визначають один раз на місяць.

На початкових стадіях зберігання крупи біохімічні процеси інтенсивніше відбуваються у її периферійних частинах. На відміну від борошна, у крупах інтенсивніше відбуваються процеси окислення, оскільки вони містять більше ліпідів. Продукти окислення ліпідів, взаємодіючи з іншими речовинами крупи, утворюють різні комплекси та сполуки, внаслідок чого крупа гіркне, тривалість її зберігання скорочується.

На процеси окислення в крупі під час зберігання певний вплив має її хімічний склад, а також активність ферментів та умови зберігання, переважно вологість і температура. Найшвидше псуються крупи з вівса і проса, особливо якщо вони не пройшли гідротермічної обробки. Збагачені крупи, залежно від їх складу і температурних умов, можуть зберігатися чотири місяці і більше.

При зберіганні значно підвищується кислотність всіх видів круп, яка є показником якості (свіжості). Кислотність корелює з кислотним числом жиру та зміною смакових якостей каші.

Після закінчення гарантійного терміну зберігання якість крупів перевіряють на відповідність визначених показників вимогам стандарту, а також проводять оцінювання його безпечності та якості в акредитованих лабораторіях згідно зі статтею 9 Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів». У разі отримання позитивних результатів аналізу термін зберігання продукції продовжують.

КЛЮЧОВІ ТЕГИ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Який продукт називають крупами?
2. Охарактеризувати якісні параметри сировини для виробництва круп.
3. Охарактеризувати основні технології етапи виробництва круп.
4. Значення гідротермічної обробки зерна при виробництві круп.
5. Вплив процесів шліфування і полірування на якість круп.
6. Від яких чинників залежить вміст доброякісного ядра у крупі?
7. Від яких факторів залежить вихід круп?
8. Які фактори впливають на формування асортименту круп?
9. Охарактеризувати групи круп'яної продукції.
10. Асортимент пшеничної, вівсяної ячмінної і кукурудзяної крупи та його характеристика.
11. Асортимент крупів з гречки, рису і гороху та його характеристика.
12. Крупи підвищеної біологічної цінності: виробництво, асортимент.
13. Характеристика крупів, які швидко розварюються та крупів, які не потребують варіння.
14. Показники якості крупів.
15. Особливості зберігання крупів.

Інформаційні джерела

1. Борошно, види, показники якості, зберігання. [Електронний ресурс]. Режим доступу: bur.com.ua/open
2. Дудяк І.Д. Технологія переробки зерна: курс лекцій для студентів факультету агротехнологій 5-го і 6-го курсів денної форми навчання з спец. 8.09010101 «Агрономія». URL: [dspace.mnau.edu.ua › jspui › Dudyak_I.TPZ_KL.pdf](http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/Dudyak_I.TPZ_KL.pdf). (дата звернення: 10.03.2020).
3. Задорожний І. М. Товарознавство продовольчих товарів: підручник. /І. М. Задорожний, В. В. Гаврилишин. Львів: «Компакт ЛВ», 2004. 304 с.
4. Мерко І. Т. Наукові основи і технологія переробки зерна / І. Т. Мерко, В. О. Моргун. Одеса: Друк, 2011. 348 с.
5. Переробка зерна в борошно. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://foodtechnology.pro/pererobka-zerna-v-boroshno>
6. Подпратов Г. І. Основи стандартизації, управління якістю та сертифікації продукції рослинництва: навч. посібник/ Подпратов Г. І., Войцехівський В. І., Мацейко Л. М. К.: Афіша, 2004. 615 с.
7. Подпратов Г. І. Зберігання і переробка продукції рослинництва: навч. посібник /Подпратов Г. І., Скалецька Л. Ф., Сеньков А. М. Київ: Мета, 2002. 495 с.
8. Салухіна Н.Г. Товарознавство зерноборошняних товарів: підручник/ Н. Г. Салухіна, А. А. Самойленко, Ващенко В. В. К.: КНТЕУ, 2002. 357 с.
9. Технологія виробництва борошна. [Електронний ресурс]. Режим доступу: boroshno.com/tehnologiya_virobnitstva
10. Формування якості борошна в процесі виробництва. [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.bur.com.ua/open

ДОДАТКИ

Зернові культури

Хлібні злаки 1 групи



Пшениця



Жито



Ячмінь



Овес

Хлібні злаки 2 групи



Кукурудза



Рис



Просо



Гречка

Бобові



Горох



Квасоля



Сочевиця



Соя

Устаткування для виробництва борошна



Вальцьовий станок ВСМ



**Машинa інтенсивного зволоження
МІУ-3**



Дебрандер «КАСКАД» (для глибокої обробки зерна)



Повітряний сепаратор ВС-500



Ситовий сепаратор ПСО



Каміннєвідбирники ОМП



Розсів самобалансуючий РМО-4



Підігрівач зерна ПЗ



Машини для очищення поверхні зерна (оббивні) МБО-3, МБО-6; МАО-3, МАО-6