



Міністерство освіти та науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет переробних і харчових виробництв
Кафедра технології хлібопродуктів і кондитерських виробів

О.М. Шаніна, Т.В. Гавриш

«Інноваційні технології зберігання і переробки зерна»

Опорний конспект лекцій

для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
зі спеціальності 181 Харчові технології,
ОПП «Технології зернопродуктів та зернові ресурси»



Харків
2025

Міністерство освіти та науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет переробних і харчових виробництв
Кафедра технології хлібопродуктів і кондитерських виробів

О.М. Шаніна, Т.В. Гавриш

«Інноваційні технології зберігання і переробки зерна»

Опорний конспект лекцій

для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
зі спеціальності 181 Харчові технології,
ОПП «Технології зернопродуктів та зернові ресурси»

Затверджено
рішенням Науково-методичної
комісії факультету переробних
і харчових виробництв
Протокол № 5
від «29» січня 2025 р .

Харків
2025

УДК 664.7 (075.8)
Ш 23

Схвалено
на засіданні кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських виробів
Протокол №9 від 23.01.2025 р.

Рецензент:

О.В. Богомолів професор кафедри інжинірингу переробних і харчових виробництв ДБТУ, доктор. техн. наук, професор.

Ш 23 Інноваційні технології переробки зерна [Електронний ресурс]: опорний конспект лекцій для здобувачів денної та заочної форми навчання, спеціальності 181 «Харчові технології», освітньо-професійної програми «Технології зернопродуктів та зернові ресурси» / укладачі Шаніна О.М., Гавриш Т.В. – Електрон. дані. -Х.: ДБТУ, 2025. – 55 стор. 1 електрон.опт.диск (CD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

У опорному конспекті лекцій висвітлено сучасні аспекти використання зернових ресурсів та зернопродуктів, розглянуто новітні підходи до переробки зерна та створення борошняних продуктів нового покоління. Окрему увагу приділено світовому досвіду комплексної переробки зерна, ефективному використанню супутніх і вторинних продуктів борошномельного виробництва, а також сучасним методам очищення зерна від домішок.

Розглянуто ключові інноваційні технології борошномельної промисловості, включаючи вдосконалення воднотеплової обробки зерна, ефективні методи очищення його поверхні, сучасні способи подрібнення та перспективні напрямки розширення асортименту готової продукції.

УДК 664.7 (075.8)

Відповідальний за випуск: Т.В. Гавриш, завідувач кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських виробів ДБТУ, канд. техн. наук, доцент

© О.М. Шаніна,
Т.В. Гавриш, 2025
© ДБТУ, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	5
Модуль 1. Новітні зернові ресурси та зернопродукти	6
Тема 1.1 Нетрадиційна сировина для отримання борошняних продуктів і напрямки їх подальшого використання	6
Тема 1.2 Світовий досвід вирішення задачі створення зернопродуктів нового покоління та борошняних продуктів на їх основі	11
Тема 1.3 Комплексна переробка та використання супутніх і вторинних продуктів борошномельного виробництва	14
Тема 1.4 Сучасні напрямки удосконалення процесу очищення зерна від домішок	21
Модуль 2 Інноваційні технології борошномельної промисловості	25
Тема 2.1 Актуальні проблеми проведення ефективної воднотеплової обробки зерна	25
Тема 2.2 Актуальність етапу очищення поверхні зерна	38
Тема 2.3 Сучасні напрямки і способи подрібнення зерна	43
Тема 2.4 Актуалізація асортименту готової продукції та новітніх технологій борошномельної та круп'яної галузей	49
ГЛОСАРІЙ	52
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	54

ВСТУП

Дисципліна «Інноваційні технології переробки зерна» є важливим компонентом підготовки магістрів за освітньою програмою «Технології зернопродуктів та зернові ресурси». Сучасний стан харчової промисловості та агропромислового комплексу України і світу потребує висококваліфікованих фахівців, здатних впроваджувати інноваційні рішення у виробництво та оптимізувати процеси переробки зернових культур.

Мета цієї дисципліни полягає у формуванні у здобувачів вищої освіти системного розуміння сучасних технологій переробки зерна, вивченні новітніх підходів до збереження його якості, покращення ефективності технологічних процесів, а також забезпечення стійкого розвитку галузі.

Завдання курсу включають:

1. Ознайомлення з сучасними науковими досягненнями у сфері переробки зерна.
2. Вивчення принципів роботи новітнього обладнання для обробки та переробки зернових культур.
3. Аналіз інноваційних технологій для створення високоякісних зернопродуктів.
4. Розгляд питань енергоефективності, екологічної безпеки та раціонального використання ресурсів у технологіях переробки зерна.

Зміст дисципліни охоплює ключові аспекти сучасних процесів переробки зерна, включаючи:

- підготовку зерна до переробки;
- інноваційні методи обробки зернових культур;
- виробництво різних видів зернопродуктів;

Опорний конспект лекцій покликаний стати ефективним навчально-методичним матеріалом, який дозволяє здобувачам вищої освіти глибше засвоїти основні концепції, технології та тенденції розвитку у сфері переробки зерна.

Цей курс орієнтований не лише на теоретичне опанування матеріалу, але й на практичне застосування отриманих знань, що забезпечує конкурентоспроможність випускників на ринку праці та сприяє їхньому професійному зростанню.

Успішне засвоєння дисципліни дозволить магістрам стати фахівцями, здатними впроваджувати передові технології, вирішувати актуальні виробничі завдання та сприяти розвитку харчової промисловості та агропромислового комплексу України у глобальному контексті.

Модуль 1 «Новітні зернові ресурси та зернопродукти»

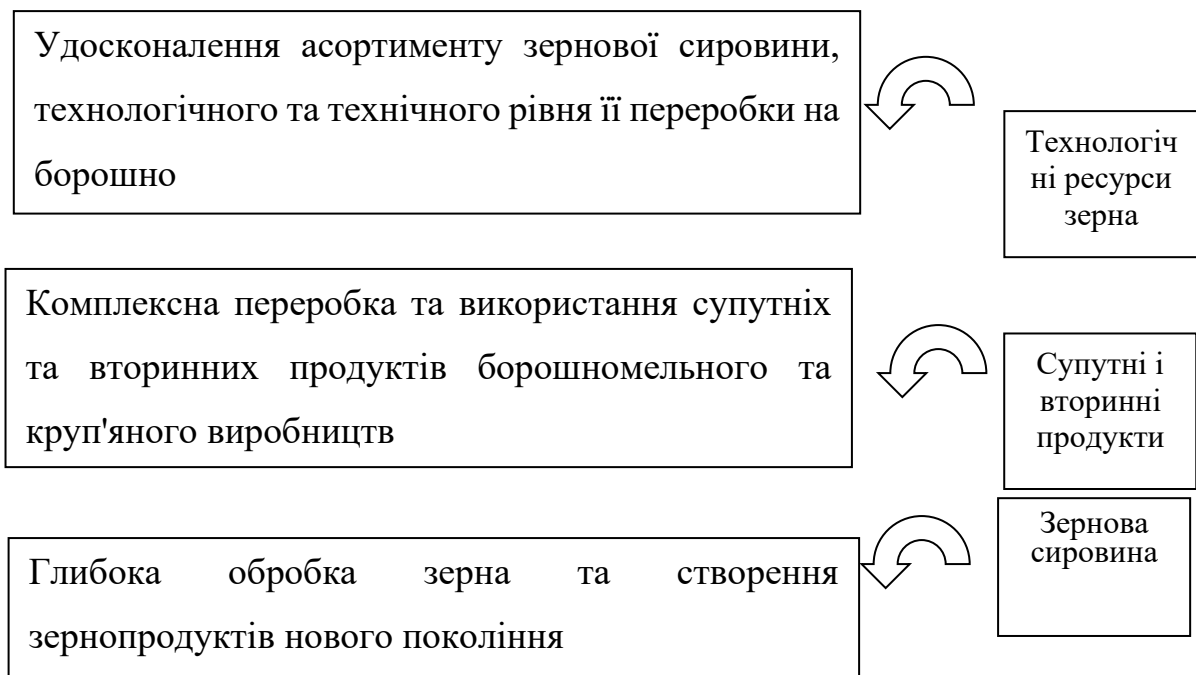
Тема 1.1 «Нетрадиційна сировина для отримання борошняних продуктів і напрямки їх подальшого використання»

План лекції

1. Удосконалення асортименту борошняних продуктів
2. Особливості технологічних властивостей круп'яних і бобових культур
3. Нові типи борошняних продуктів
4. Створення борошняних сумішей на основі традиційних та нових сировинних ресурсів.

1. Удосконалення асортименту борошняних продуктів

У світі для вирішення завдання створення зернопродуктів нового покоління та борошняних продуктів на їх основі науково-пошукові та практичні роботи ведуться у таких напрямках:

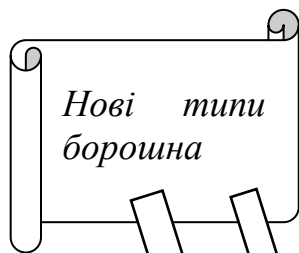


2. Технологічні властивостей круп'яних і бобових культур

Особливості технологічних властивостей практично всіх круп'яних і бобових культур:

- ✓ їх білки не здатні утворювати клейковину
- ✓ деякі види борошна мають гіркуватий присмак,
- ✓ викликають потемніння м'якшущу,
- ✓ містять відносно високу кількість жиру (що визначає низьку стійкість у зберіганні),
- ✓ потребують тривалого заварювання або пропарювання

3. Нові типи борошняних продуктів



*Нові типи
борошна*

характеризуються вищим вмістом харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин, білків зі збалансованим амінокислотним складом, наприклад, соєве борошно: знежирене або напівзнежирене, термічно оброблене або помірно термічно оброблене, лецитинове (з додаванням лецитину), екструдоване, текстуроване, збагачене та ін.

Спеціальні типи борошна виробляють з регульованим гранулометричним складом, за модифікованими схемами технологічного процесу:

- борошно підвищеної крупності,
- борошно типу "подільське",
- борошно житнє обдирне покращене та ін.

Система збагачення та стабілізації якості борошна (шляхом введення під час формування потоків борошна різноманітних добавок – сухої клейковини, аскорбінової кислоти, солоду, вітамінних та ферментних препаратів залежно від первинних властивостей борошна) є добре розвинутою у Франції, Англії та Австрії.

Виробляють:

- борошно для здобних виробів,
- борошно для інтенсивних технологій та ін.

Підвищують харчову цінність борошна додаванням 5...7% дунстів з останніх дра-них систем. Ці продукти характеризуються підвищенням, порівняно з борошном першого сорту, вмістом ліпідів, білків (з підвищенням вмістом лізину та метіоніну), вітамінів і мінеральних речовин.

У розвинених країнах Європи та в Америці видаляють поверхневий шар зерна шліфуванням, істотно підвищуючи вихід борошна вищого гатунку:

- мука підвищеної крупності з низькою зольністю (у Чехії та Монголії);
- "низьковуглеводна" борошно для виробництва хлібних, макаронних та борошняних кондитерських виробів (у Великій Британії);
- борошно Т-45 кондитерське та Т-55 хлібопекарське (у Франції);
- борошно з високим вмістом висівок для створення геронтологічних продуктів.

Для виготовлення безклейковинних хлібобулочних виробів з використанням пшениці, вівса, ячменю, жита застосовують суміш двічі оклейстеризованого борошна (50...95%) і добавки, що покращують.

Борошно інстантне, яке не потребує варіння. Для цього з борошна рисового, гречаного, вівсяного, житнього, ячмінного готують водно-борошняну суспензію, піддають її тепловій обробці і сушінню на вальцевій сушарці.

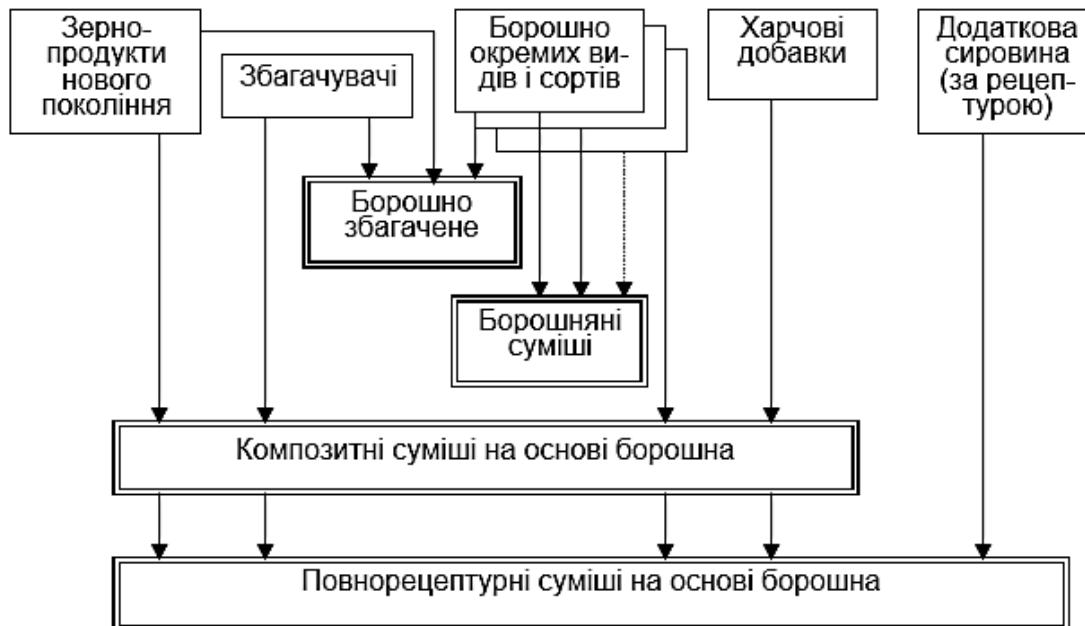
Кондитерське пшеничне борошно - борошно додатково піддають тонкому подрібненню, поділу та гідротермічній обробці; борошно має дуже незначний розподіл часток за розміром, світлий колір.

Спеціальне борошно для кондитерських виробів (кексів) - одержують пропарюванням пшеничного борошна з твердого зерна.

Гранульований продукт - з частково желатинованого рисового борошна.

5. Створення борошняних сумішей на основі традиційних та нових сировинних ресурсів

Класифікація багатокomпонентних продуктів на основі борошна



борошняна суміш для хлібобулочних виробів (борошно пшеничне 1/с 65%, борошно житнє обдирне 15%, борошно круп'яне 20% - ячмінне, просяне, гречане та ін)

борошняна суміш для хлібців (борошно пшеничне хлібопекарське в/с 89%, борошно круп'яне 11%)

борошняна суміш для кондитерських виробів (борошно пшеничне хлібопекарське в/с 80%, борошно круп'яне 20%);

борошняна суміш для млинців та оладок (борошно пшеничне хлібопекарське в/с 80%, борошно круп'яне 20%)

у сумішах для кулінарних виробів кількість круп'яног- борошняна суміш для хлібобулочних виробів (борошно пшеничне 1/с 65%, борошно житнє обдирне 15%, борошно круп'яне 20% - ячмінне, просяне, гречане та ін)

борошняна суміш для хлібців (борошно пшеничне хлібопекарське в/с 89%, борошно круп'яне 11%);

борошняна суміш для кондитерських виробів (борошно пшеничне хлібопекарське в/с 80%, борошно круп'яне 20%)

борошняна суміш для млинців та оладок (борошно пшеничне хлібопекарське в/с 80%, борошно круп'яне 20%)

у сумішах для кулінарних виробів кількість круп'яного борошна може бути збільшено до 30...35% (вівсяне борошно), 40...50% (просiane борошно), 25% (гречане борошно)

борошняні аглютенові суміші

борошняні суміші з високим вмістом харчових волокон одержують з борошна пшеничного та житнього шляхом спеціальної підготовки та обробки зерна (сепаруванням, концентруванням, легким луценням, гідротермічною обробкою, подрібненням)

продукт гіпоалергенної дії для дитячого харчування, основними рецептурними компонентами якого являються борошно гречане (або вівсяне, або рисове) у кількості 34...35%, молоко цільне сухе 41...42%, цукор-пісок 14...16%, а також пшеничне зародкове борошно 8...10%

Готові борошняні суміші мають певні переваги.

1) зручність для споживачів даних продуктів, тобто наявність усіх необхідних борошняних складових одночасно та супроводження детальним описом рецептури та способу застосування.

2) гарантованість точності дозування та рівномірності розподілу складових частин суміш.

3) скорочення технологічного процесу у харчових виробництвах за рахунок виключення операцій дозування та перемішування компонентів суміші.

Тема 1.2. Світовий досвід вирішення задачі створення зернопродуктів нового покоління та борошняних продуктів на їх основі

План лекції

1. Фізико-хімічні методи впливу на зернову сировину
2. Біохімічні методи обробки зерна

1. Фізико-хімічні методи впливу на зернову сировину

Мікронізація зерна

Сутність процесу полягає в ІЧ-обробці зерна за відповідної інтенсивності потоку енергії, вологості зерна та часу обробки. Це сприяє зберіганню амінокислотного складу та вмісту загального білка в зерні, а процес його денатурації відбувається за рахунок водо- та солерозчинної фракцій

Мікронізоване зерно пшениці, проса, насіння льону в кількості 10% від маси борошна додають до дріжджового тіста, що підвищує вміст вітамінів (групи В, вітаміну Е) і мінеральних речовин (К, Са, Р, Mg).

Інфрачервоне випромінювання

Така обробка зернових і зернобобових культур знижує кількість інгібіторів протеолізу в 3,4 рази

Екструзійна обробка

Застосовують також для сушіння пророслого зерна, що дозволяє швидко нагріти його до граничної температури, а процес віддачі вологи під час сушіння залишити повільним. Знижується амілолітична активність пророслого зерна при одночасному збереженні його хлібопекарських властивостей

За безпосереднього впливу ультразвуку на зерно в процесі його кондиціонування відбувається укріплення клейковини в межах I-II групи якості

2. Біохімічні методи обробки зерна

Направлена дія ферментних препаратів

Застосовують її на товсті клітинні оболонки зерна з целюлози та геміцелюлози, які погано розщеплюються ферментами травного тракту. Це сприяє змінам структурно-механічних властивостей тіста, більш швидкому накопиченню цукрів. До того, виключається з технологічного процесу операція лушення зерна

За допомогою ферментних препаратів для модифікації крохмалю одержують цінні природні харчові добавки – підсолоджувачі, згущувачі, емульгатори тощо, в тому числі з ячмінної мучки

З метою отримання порошкоподібного продукту з вівса використовують фермент Thermamyl-120 (NOVO Nordisk, Данія), який додають до суміші вівса з водою

Солодорушення зерна

Технологію штучного пророщування називають солодорушенням, а продукт, що отримується, солодом. Мета солодорушення полягає у накопиченні максимальної кількості активних ферментів у зерні та його розпушенні

Борошно з солоду зернобобових призначено для виробництва борошняних кондитерських виробів

Біоактивація зерна

Безпечні та високоефективні біоактиватори прискорюють біологічні процеси у зерні, що необхідно враховувати при його використанні у годівлі сільськогосподарських тварин

Після біоактивації збільшується загальна кількість вільних амінокислот порівняно з нативним зерном. Використання біоактивованого зерна в технології зернового хліба підвищує його харчову та біологічну цінність, терміни зберігання

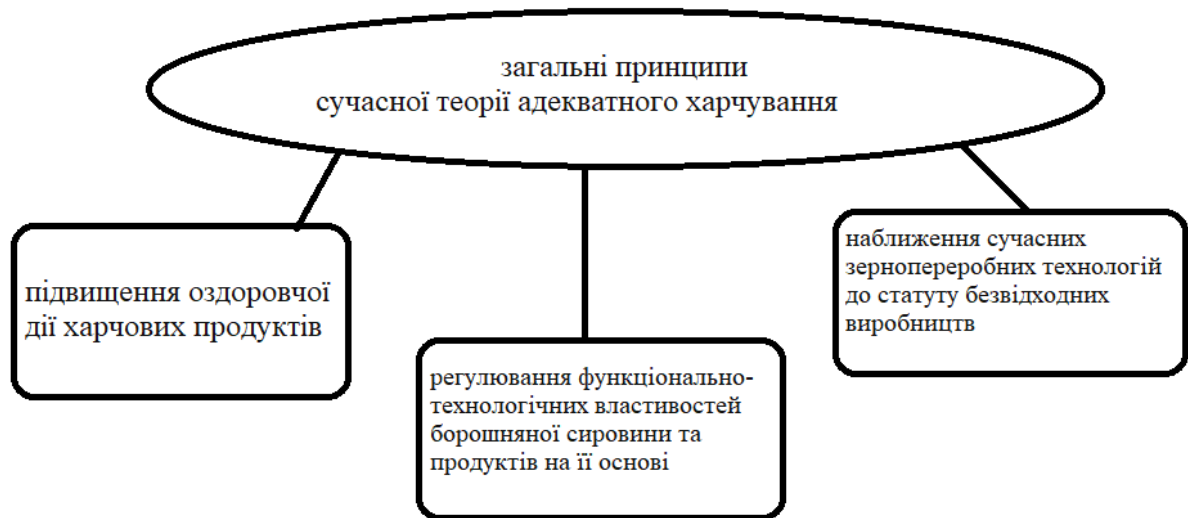
Застосування органічних кислот (лимонної, яблучної та виноградної) із заданою концентрацією діючих речовин дозволяє інтенсифікувати біологічні процеси в зерновому матеріалі, а саме, викликати ферментативну деполімеризацію зерна або пророщування різноманітних сільськогосподарських культур, призначених для годування тварин. Крім того, фруктові кислоти частково дезінфікують поверхню зерна та перешкоджають розвитку патогенної мікрофлори

Тема 1.3 Комплексна переробка та використання супутніх і вторинних продуктів борошномельного виробництва

План лекції

1. Методи впливу на зернову сировину та утворювані продукти
2. Способи виділення зародка у борошномельних підприємствах

1. Методи впливу на зернову сировину та утворювані продукти



Методи впливу на зернову сировину та утворювані продукти:

➤ **механічні** (волокна харчові тонкого та надтонкого подрібнення, зародок мелений та ін.);

➤ **фізико-хімічні** (борошно білкове з вмістом протеїну 45%, концентрат білковий з вмістом протеїну 60%, добавка крохмале-білкова харчова, екстракти висівок та ін.);

➤ **біохімічні та мікробіологічні** (продукти ферментативного розщеплення висівок – моно- і олігосахариди та ін.);

- **комбіновані** (пластівці зародкові, борошно зародкове та ін.).

	“Вітацель” (німецька фірма Могунція) – це пшеничні харчові волокна з високою водо- та жиропов’язуючою здатностями (до 800%). Спеціальною обробкою отримують водно-сольові екстракти висівок пшениці та трітікале. Білкові продукти поліфункціонального призначення з пшеничних висівок (білкове борошно, білковий концентрат, харчова крохмаль-білкова добавка, кормовий продукт) є добрими емульгаторами, стабілізаторами (стабільність емульсії 74...97%), піноутворювачами (піноутворююча здатність 99...100%). Для гідролізу пшеничних і житніх висівок використовують ферментні препарати деяких міцеліюльних грибів, а також ферментні препарати з амілазною та протеолітичною активністю. Розроблено технологію вилучення пшеничного зародку, зародкових пластівців харчового призначення та пшеничного зародка меленого “Богатир”, пшеничного зародкового борошна.

2. Способи виділення зародка у борошномельних підприємствах

Щодо підвищення оздоровчої дії харчових продуктів

- ✓ харчова цінність сортового пшеничного борошна (вихід 72...78%) є значно нижчою, ніж у зерна;
- ✓ найцінніші складові харчування потрапляють у висівки.

Між тим,

Білкові продукти, виділені з висівок екстрагуванням і наступним осадженням, характеризуються доброю розчинністю (за певних значень рН), жироемульгуючою, водозв'язуючою, жировмісною та піноутворювальною здатностями

Схеми отримання зародка на борошномельних підприємствах

у зерноочисному відділенні

Невелика частина зародка відокремлюється від зерна при очищенні його поверхні в машинах зерноочисного відділення і потрапляє в кормові зернопродукти

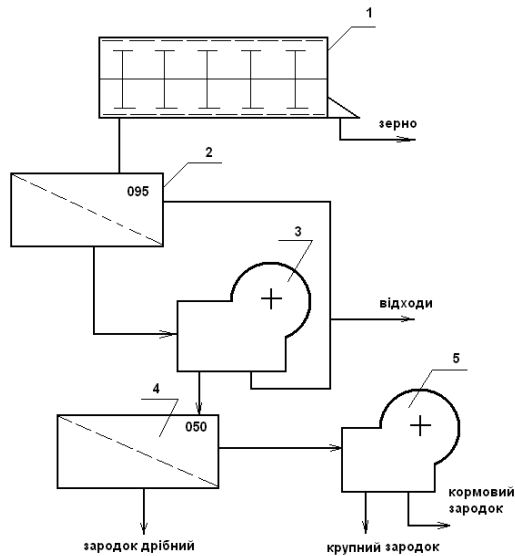
у розмільному відділенні

Основну частину зародка у складі зерна спрямовують у розмільне відділення мельзаводу. При розмолі зерна і сходових товарів у драному процесі частина зародка у складі сходових товарів зрештою попадає у висівки

Відбір зародка в зерноочисному відділенні заснований на відділенні деякої частини зародка при сухому луценні зерна на обоєвих або щіткових машинах з подальшим пневмосепарування проходових продуктів.

У зерноочисному відділенні

Схема відбору зародка у зерноочисному відділенні з сепараторів 2-го і 3-го проходів, встановлених після обоєчних машин первинного і повторного лущення



У Великій Британії рекомендують для підвищення ефективності відділення зародку при підготовці зерна до помела використовувати спеціально сконструйовані обдирні пристрої, а при помелі твердої пшениці - спеціально обладнаний ударний аспіратор, що встановлюється після вторинного відволожування, в якому зерно обдирається грубою абразив поверхнею

В Угорщині запропоновано виділяти зародок за допомогою спеціально сконструйованої зародка - відділювальної машини (продуктивність 3,5...4,0 т/год), де зерно пшениці розрізається на 3 частини. Частина зернівки, що містить зародок, направляється у вертикальну спіральну камеру, в якій щітками зародок зчищається і суміш частинок зародка, оболонок і ендосперму розділяється в пневмо-сепарувальному каналі зародка - відділювальної машини. Очищені від частинок зародка оболонки і частинки ендосперму, а також середня частина зернівки, позбавлена зародка, і частина зернівки з боку борідки прямують на різні системи розмельного відділення

У розмельному відділенні

Принцип виділення зародка в розмельному відділенні заснований на тому, що зародок у порівнянні з іншими анатомічними частинами зерна має підвищену пластичність за рахунок, по-перше, високого вмісту жиру, а по-друге, вищої вологості, отриманої в результаті зволоження зерна перед I драною системою та його короткочасного відволоження.

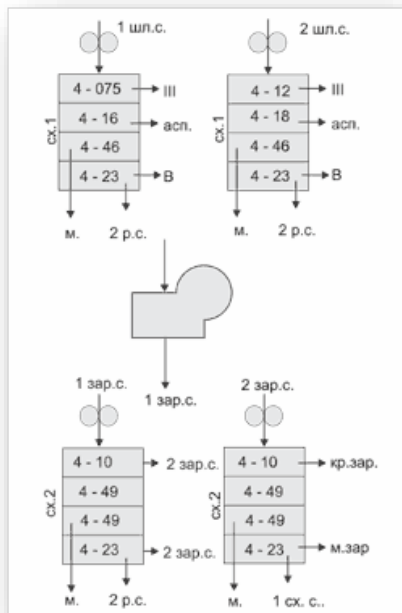
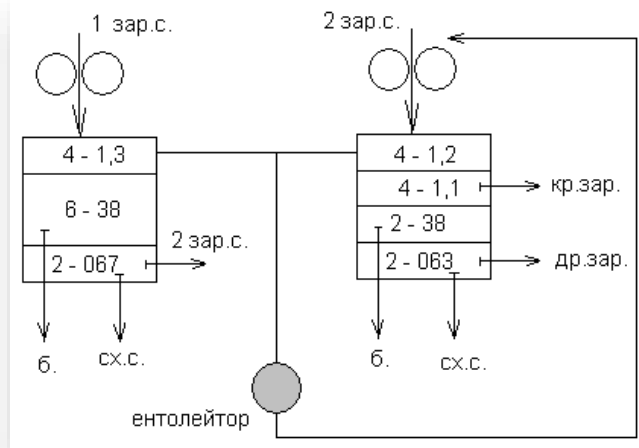
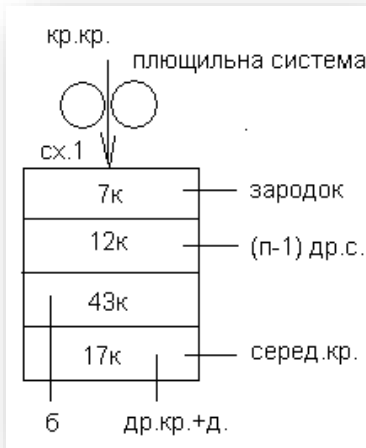
Таким чином, зародок як пружно-пластичне тіло при дії на нього стискаючих зусиль, що виникають між вальцями при $k = 1,0 \dots 1,5$ сплющується; утворюються пластівці

Виділення зародка на різних системах технологічного процесу переробки зерна:

- з ситових,
- з шліфувальних,
- з розмольних систем

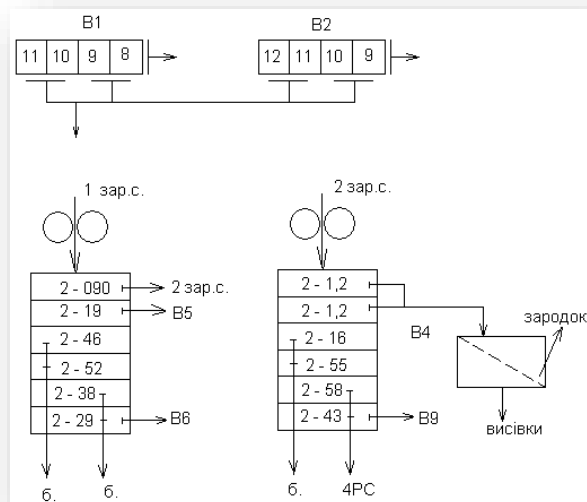
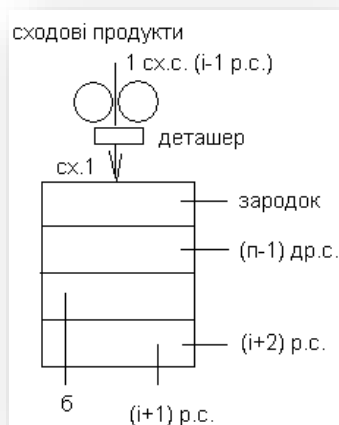
В Угорщині запропоновано виділяти зародок за допомогою спеціально сконструйованої зародковідділювальної машини (продуктивність 3,5...4,0 т/год), де зерно пшениці розрізається на 3 частини. Частина зернівки, що містить зародок, направляється у вертикальну спіральну камеру, в якій щітками зародок зчищається і суміш частинок зародка, оболонки і ендосперму розділяється в пневмо-сепарувальному каналі зародковідділювальної машини. Очищені від частинок зародка оболонки і частинки ендосперму, а також середня частина зернівки, позбавлена зародка, і частина зернівки з боку борідки прямують на різні системи розмельного відділення

Відбір зародка з шліфувальних систем

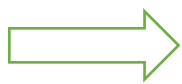


Відбір зародка з розмольних систем

Відбір зародка з ситових систем



З метою максимального використання потенційних можливостей висівок їх піддають різноманітним способам впливу:



- механічні (волокна харчові тонкого та надтонкого подрібнення, зародок мелений та ін);



- фізико-хімічні (борошно білкове із вмістом протеїну 45%, концентрат білковий із вмістом протеїну 60%, добавка крохмаль-білкова харчова, екстракти висівок та ін.);



- біохімічні та мікробіологічні (продукти ферментативного розщеплення висівок - моно- та олігосахариди та ін);



- комбіновані (пластові зародкові, борошно зародкове та ін).

Харчова цінність зародків пшениці винятково велика. У них міститься 33-39% білка (у перерахунку на суху вагу), 21-30% цукрів, 13-19% ліпідів, 4,6-6,7% мінеральних речовин і значну кількість вітамінів В1, В2, В6, РР та групи Е - відповідно 6,2; 1,45; 2,5; 7,5 та 15,8мг%. Однак, зародок викликає сильне розпливання тіста і погіршення структури м'якуша у зв'язку з наявністю в зародках глютаїону.

Способи усунення негативного впливу глютаїону на фізичні властивості тіста та якість хліба:

- попереднє замочування зародків у воді протягом кількох годин
- застосування окислювачів типу бромату калію;
- прогрівання зародків,
- використання для попередньої обробки зародків пари;
- підсмажування протягом 3 хвилин за температури 285 градусів;
- висушування знежирених зародків вологістю 14,9% до вологості 4% протягом 8 годин;
- додавання фосфоліпідів;
- автоклавування 20 хвилин при 120 °С.

Тема 1.4. «Сучасні напрямки удосконалення процесу очищення зерна від домішок»

План лекції

1. Причини травмування зерна при очищенні
2. Підвищення ефективності роботи зерноочисних машин

1. Причини травмування зерна при очищенні

1. В сепараторах, де робочим органом є решітне полотно, зерно взаємодіє із цим полотном, яке висічене з тонкого сталюого листа, що негативно відбивається на травмуванні: зерно, яке лежить безпосередньо на решітному полотні і сприймає дію гострих кромek отворів притискається до полотна масою шару зерна.

2. У більшості сепараторів очищення решітних полотен здійснюється щітками, іноді скребками. При цьому зерно, яке знаходиться в отворі листа і притиснуте до торця отвору щіткою або скребком, не може не травмуватися, тому що решітне полотно виконує коливання з високою частотою в площині руху очисного пристрою.

2. Підвищення ефективності роботи зерноочисних машин

В теперішній час впроваджуються наступні зерноочисні машини: каменевідбірники, комбінатори та комбіновані зерноочисні машини з рециркуляцією повітря: пневмосепаруючі тарари, які встановлюються після сепаратора або у вигляді окремої машини.

Фірма BUEHLER виготовляє машини комбісепаратор МТКВ та комбінатор МТCD. У першій поєднані сепаратор і каменевідбірник, у другій каменевідбірник і концентратор. Крім того є типорозміри цих машин із розімкненим та замкненим циклом повітря. Аналоги комбінаторів виготовляються провідними фірмами OCRIM та GOLFETTO.

Очищення зерна від домішок, що відрізняються від нього питомою вагою

Зернова суміш, що надходить у переробку на борошномельний завод, завжди містить гальку, великий пісок, шматочки руди, черепашики, які за своїми розмірами та аеродинамічними властивостями настільки близькі до зерна основної культури, що не можуть бути виділені за цими ознаками ні на сепараторах, ні на трієрах. Такі домішки, що об'єднуються загальною назвою — мінеральні, на практиці зерноочищення вважають важковідокремленими. Як ознака роздільності зерна та мінеральних домішок використовується головним чином відмінність у густині.

Для очищення зерна від мінеральних домішок використовують камінневідокремлювальні машини, які за принципом дії можна поділити на вібраційні, вібропневматичні та гідродинамічні.

Основою робочого процесу машин першої групи є

використання інерційних сил, що виникають у сипучому середовищі при коливаннях сортувочої поверхні. Розшарування та поділ різнорідних компонентів суміші відбувається внаслідок їх відмінності за розмірами, формою, станом поверхні, щільністю або сукупністю показників.

До цієї групи відносять камінневідокремлювальні машини конструкції А. Ф. Григоровича, що набули найбільшого поширення на борошномельних заводах, а також нова машина шафового типу АІ-БОК.

До другої групи відносять машини,

в основу робочого процесу яких покладено дію висхідного повітряного потоку в поєднанні з коливаннями поверхні, що сортує. Цей порівняно новий вібропневматичний спосіб поділу зернових сумішей використовується у вітчизняній малогабаритній камінневідокремлювальній машині АІ-БКВ та численних зарубіжних конструкціях.

До третьої групи належать машини,

в яких осадження мінеральних домішок здійснюється в потоці води. З погляду ефективності поділу цей спосіб дає добрі результати; Недоліком є необхідність наступного сушіння зерна та відходів. На цьому принципі засновано дію камінневідокремлювальних шнеків мийних машин та спеціальних гідравлічних камінневідокремлювачів протиточного типу (наприклад, фірми «Робінзон», Англія), які, однак, не знайшли великого промислового використання.

Вакуумні камінневідокремлювальні машини

Випускає фірма "Форсберг" (США). Їх особливість та, що очищене зерно додатково поділяється на дві фракції за допомогою розсікача, встановленого на східному кінці. У верхній шар в результаті самосортування потрапляє зерно з малою об'ємною масою, що містить легкі домішки соломисті, а також вівсюг. Ця фракція направляється для подальшого очищення в трієр для відбору довгих домішок. Нижній шар піддається очищенню в трієр для відбору коротких домішок.

Вібропневматичні камінневідокремлювальні машини

Фірма "Кіпп-Келлі" (Канада) випускає машини найбільшою продуктивністю до 15 т/год. Влаштування основних вузлів і принцип їх дії практично не відрізняються від розглянутих, а габарити більше: довжина 2236 мм, ширина 1520, висота 2083 мм. Недолік машини в її високій енергоємності (понад 15 кВт), необхідної для приводу двох вентиляторів: нижнього — робочого та верхнього — аспіраційного.

Універсальний сепаратор DELTA 146 Combi (Франція)

Відмінними рисами цієї моделі можна назвати повний набір технологічних операцій та повну відповідність умов проходження частинок через отвори. Решета мають не тільки велику площу та кулькове очищення, але розміщення їх у двох корпусах дозволяє послідовно очищати від великих та дрібних домішок. Причому для очищення від дрібних домішок кількість і площа решіт збільшується в 1,5 рази, що в поєднанні тонким налаштуванням повітряного очищення помітно збільшує технологічний ефект. У цій моделі є можливість регулювання кута нахилу решіт. Для досягнення великої продуктивності решета встановлюються з нахилом 12-150, а для підвищення ефективності сепарування в режимі сортування зерна та підготовки насіння рекомендуються кути нахилу решіт 5-70. Великі кути установки збільшують швидкість руху зерна по ґратах та забезпечують більшу продуктивність. Малі кути установки, природно, знижують швидкість та продуктивність, але підвищують ймовірність проходження частинок через отвори, і в результаті ефективність виділення домішок збільшується.

Зерноочисні машини із замкнутим циклом повітря

Фірма BUHLER виготовляє машини комбісепаратор МТКВ та комбінатор МТCD. У першій поєднані сепаратор і каменевідбірник, у другій каменевідбірник і концентратор. Крім того є типорозміри цих машин із розімкненим та замкненим циклом повітря. Аналоги комбінаторів виготовляються провідними фірмами OCRIM та GOLFETTO.

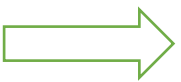
У комбінованому сепараторі МТКВ здійснюється чотири технологічних операції: виділення крупних і дрібних домішок; сортування зерна за густиною; виділення мінеральних домішок; виділення легких домішок. Таким чином машина виконує функцію трьох-чотирьох машин в одному загальному корпусі: сепаратора, концентратора, каменевідбірника та пневмосепаруючого каналу.

Комбінатор МТCD призначений для безперервного відбирання оболонок, щуплих зерен, вівсюга, спорині, насіння, камінців із потоку зерна, а також сортування продукту за питомою вагою на важкі і змішані продукти, котрі потім проходять різну обробку

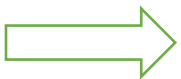
Удосконалення технології і обладнання для підготовки зерна проводиться за декількома напрямками:



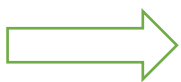
Підвищення ефективності роботи зерноочисних машин;



Скорочення кількості зерноочисних машин за рахунок комбінування в одному агрегаті двох-трьох машин з подібним принципом дії;



Зниження витрат повітря, що вимагає очищення у пиловідділювачах;



Розробка нових принципів і установок для більш ефективного очищення поверхні зерна і його зволоження при гідротермічній обробці.

Модуль 2 Інноваційні технології борошномельної промисловості

Тема 2.1. Актуальні проблеми проведення ефективної воднотеплової обробки зерна

План лекції

1. Сучасні уявлення про перетворення на зерно при воднотепловій обробці (ВТО) у борошномельному виробництві
2. Способи ВТО зерна в борошномельній промисловості
3. Способи ВТО зерна у круп'яній промисловості

1. Сучасні уявлення про перетворення на зерно при воднотепловій обробці (ВТО) у борошномельному виробництві

На стадії СОР перенесення вологи всередину зерна супроводжується комплексом різних фізико-хімічних, колоїдно-хімічних та біохімічних процесів, розвиток яких призводить до незворотних змін його технологічних властивостей.

На характер взаємодії зерна із водою під час СОР впливають

внутрішні фактори - сорбційні властивості зерна, які обумовлені видом, склоподібністю, вологістю, розміром та анатомічними частинами зерна;

зовнішні фактори - параметри води (або пари) та навколишнього середовища (температура, вологість повітря, тиск, тривалість обробки тощо).

До фізичних процесів, що проходять у зерні при СОР, відносяться волого- та теплоперенесення, тріщиноутворення. При зволоженні зерна відбувається дифузійне проникнення молекул води в ендосперм. Процеси перенесення вологи і тепло взаємопов'язані, бо коефіцієнт дифузії вологи істотно залежить від температури. Підвищення або зниження її спричиняє помітні зміни інтенсивності перенесення. Різниця температур усередині та на поверхні зерна є рушійною силою для перенесення вологи.

За теорією фізичної хімії полімерів утворення тріщин - це наслідок характерної для полімерів неоднорідності розподілу напруг. Як умова тріщиноутворення виступає певне співвідношення швидкості орієнтації макромолекул полімерів і швидкості зростання тріщини: вона збільшується, якщо друга перевищує першу, і навпаки.

Велике значення має у зерні різних внутрішніх порожнин. Якщо тріщина досягає порожнини, її зростання припиняється, тому напруга концентрується на кінці тріщини, а розподіляється по всій поверхні внутрішньої порожнини. Таким чином, зерно, яке має нещільну будову та порожнини менш схильна до тріщиноутворення. Тому на першому етапі помітне утворення мікротріщин спостерігається в зернах з вищою склоподібністю ендосперму.

При зволоженні зерна перші тріщини спрямовані перпендикулярно до головної осі зерна і розколюють його в поперечному напрямку. Уздовж зерна, а також під деяким кутом до осі його тріщини розвиваються після декількох годин відволоження.

Процес проникнення води в зерно має ступінчастий характер зміни періодів поглинання та пауз. Інтенсивність другого та наступних піків поглинання води поступово знижується.

Початковий період характеризується накопиченням поглиненої води поверхневими шарами. Внаслідок набухання цих верств питомий обсяг зерна різко збільшується. Нерівномірний розподіл води по перерізу зерна призводить до встановлення великого градієнта вологості та виникнення в ендоспермі механічних напруг.

У другому періоді через нерівномірне набухання полімерів та досягнення напругами критичних значень, ендосперм розколюється мікротріщинами на окремі частини і з'являються явно виражені виступи надірваних оболонок.

Третій період характеризується поступовим розподілом вологи по анатомічним частинам зерна у рівноважному співвідношенні відповідно до їх структурних особливостей. Макромолекули білків і вуглеводів поступово приймають рівноважну конформацію, у зв'язку з чим відбувається релаксація напруги у зернівці. Завершення релаксаційного періоду свідчить про припинення фізико-хімічних перетворень зерна. Надалі відбувається зникнення найтонших мікротріщин та часткове відновлення нативної структури.

Механізм сорбційної взаємодії зерна з водою обумовлений будовою та властивостями зерна. Як відомо, зерно за масою сухих речовин більш ніж на 90% складається з гідрофільних біополімерів – білків та вуглеводів. Їхні макромолекули містять велику кількість функціональних груп, які мають запас вільної енергії.

Такими групами у вуглеводах є - OH і - OR, а в білках - NH -, - NH₂, - COOH, - CONH₂, - OH і т.д. Вони виступають як активні центри, безпосередньо взаємодіють з молекулами води.

Біополімери не мають міцної кристалічної решітки, тому адсорбовані молекули води можуть проникати глибоко всередину структури полімерів і обумовлювати їх набухання при утворенні водневих зв'язків.

Внаслідок ВОТ зерна можливе деяке збільшення кількості клейковини за рахунок адсорбційних та конформаційних змін у молекулах білка. Крім того, може проходити часткова клейстеризація крохмалю в умовах підвищеної температури.

При вологості зерна близько 20,5% крохмальні гранули та білкові шари мають однакову вологість. При меншій вологості зерна крохмаль має вищу вологість, ніж білок, при більшій – навпаки. При досягненні цього показника 13 ... 14% білки зерна мають підвищену здатність до поглинання води.

Це пов'язано з деформацією білкової макромолекули і зміною конформації її бічних гілок. Завдяки цьому молекулам води легше дістатися активних центрів білкових молекул, які раніше були недоступні. Вода заповнює розширені міжмолекулярні проміжки типу капілярної конденсації.

Підвищення вологості при кондиціонуванні сприяє активному розвитку мікроорганізмів, розмноженню та збільшенню мікробіологічного забруднення зерна.

При холодному кондиціюванні - відбувається збільшення загальної кількості бактерій у середньому на 7,5...15% внаслідок розмноження епіфітних бактерій *Erwinia herbicola*.

При гарячому кондиціонуванні зміна мікрофлори залежить від температури нагріву зерна: при 30°C відбувається збільшення загальної кількості мікроорганізмів, при 45°C кількість мікробів дещо знижується через відмирання *Erwinia herbicola*. При температурі 60°C відмирають бактеріальні вегетативні клітини, але добре зберігаються споречки бацил.

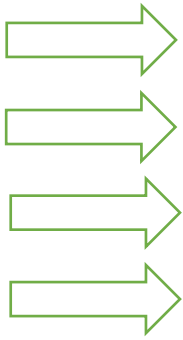
При швидкісному кондиціонуванні та зволоженні паром додаткові засоби підвищення рівномірності розподілу вологи не потрібні, тому що дифузія пари в зернову масу значно ефективніша, ніж дифузія води. Однак кондиціонування паром, як і гаряче кондиціонування, не є універсальним через підвищення пружності клейковини та ймовірність термічної денатурації білків. Крім того, даний спосіб не забезпечує повного знезараження зерна, тому що багато бактерій та споречки грибів терморезистентні. Можливість термічної активації ферментів також зберігається.

2. Способи ВТО зерна в борошномельній промисловості

Новітні методи ВТО зерна у борошномельній промисловості



- ультразвукова обробка,



- електро-хімічна активація води,
- зміна електричного заряду зерна та води,
- вібраційний вплив,
- варіації параметрів обробки та використання додаткових хімічних та фізичних факторів.

Механічний вплив

З метою прискорення процесу підготовки та зниження енерговитрат зерно перед відволоженням піддають прокатці на плющильній системі із зазором між валками $1,5 \times 10^3$ м, а відволоження проводять протягом 2...3 год.

Спосіб підготовки зерна до помелу шляхом застосування води з температурою 30°Z підігріву зерна до $15...20^\circ$. Зволожують зерно на 2,0...2,5% і обдувають повітрям під тиском $0,98...1,96 \times 10^4$ Па з температурою $15...20^\circ\text{C}$ та швидкістю 0,1...0,3 м/с при відволіканні протягом 10...12 год. Потім проводять повторне кондиціонування, із збільшенням вологості зерна на 1,0...1,5 % та тривалістю відволоження протягом 3...5 год з обдуванням повітрям. На третьому етапі збільшують вологість на 0,3...0,5 % протягом 15...30 хв. Вологість зерна перед першою драною системою становить 16,0...16,5 %. Цей спосіб кондиціонування зерна дозволяє підвищити вихід борошна вищого та першого сорту на 4,6% та знизити середньозважену зольність борошна на 0,04%.

Спосіб кондиціонування зерна пшениці при підготовці його до сортового помелу шляхом впливу на зерно гідростатичним тиском води, величина якого становить $1,5...6,0 \times 10^6$ Па протягом 1...10 хв, відволікання зерна протягом 45 хв. Поряд із скороченням тривалості відволікання від 6...24 год до 45...75 хв збільшується вихід борошна на 1...2%.

З метою прискорення процесу підготовки та зниження енерговитрат зерно перед відволоженням піддають прокатці на плющильній системі із зазором між валками $1,5 \times 10^3$ м, а відволоження проводять протягом 2...3 год.

Спосіб підготовки зерна до помелу шляхом застосування води з температурою $30^{\circ}\pm 3$ підігріву зерна до $15\ldots 20^{\circ}$. Зволожують зерно на $2,0\ldots 2,5\%$ і обдувають повітрям під тиском $0,98\ldots 1,96 \times 10^4$ Па з температурою $15\ldots 20^{\circ}\text{C}$ та швидкістю $0,1\ldots 0,3$ м/с при відволіканні протягом $10\ldots 12$ год. Потім проводять повторне кондиціювання, із збільшенням вологості зерна на $1,0\ldots 1,5\%$ та тривалістю відволоження протягом $3\ldots 5$ год з обдуванням повітрям. На третьому етапі збільшують вологість на $0,3\ldots 0,5\%$ протягом $15\ldots 30$ хв. Вологість зерна перед першою драною системою становить $16,0\ldots 16,5\%$. Цей спосіб кондиціювання зерна дозволяє підвищити вихід борошна вищого та першого сорту на $4,6\%$ та знизити середньозважену зольність борошна на $0,04\%$.

Спосіб кондиціювання зерна пшениці при підготовці його до сортового помелу шляхом впливу на зерно гідростатичним тиском води, величина якого становить $1,5\ldots 6,0 \times 10^6$ Па протягом $1\ldots 10$ хв, відволікання зерна протягом 45 хв. Поряд із скороченням тривалості відволікання від $6\ldots 24$ год до $45\ldots 75$ хв збільшується вихід борошна на $1\ldots 2\%$.

Мікрохвильова енергія

Метод знезараження зерна пшениці за допомогою колоїдного срібла та мікрохвильового випромінювання. Зерно пшениці промивали «срібною» водою щонайменше 5 разів, відволожували і пророщували. Під пророслим зерном у цьому дослідженні розумілося зерно з початковою стадією проростання, коли зародковий корінець і стеблинка, що рушили в ріст, з'являлися за межами плодової оболонки (зерно, що наклонулося).

Проростання зерна (ембріональне пробудження зародка) проводилося при короткочасному знаходженні у сприятливих умовах проростання (тепло, волога). Видалили надлишки води за допомогою сита, підсушували протягом $2\ldots 3$ годин на повітрі та диспергували.

Миття зерна "срібною" водою дозволило знизити вміст свинцю на 60% , цинку - на 65% , міді - на 35% , вміст пестицидів - в $1,5$ рази. Після миття, відволікання (замочки) у «срібній» воді та проростання зерна пшениці значно знижується обсіменіння бактеріями, у т. ч. картопляною паличкою.

З метою підвищення ефективності зволоження зерна рекомендується проводити його однойменно зарядженими краплями розпорошеної води. Зерно при попаданні краплі на його поверхню набуває заряду, який є однойменним із зарядом крапель розпиленої вологи за рахунок сил електростатичного відштовхування перешкоджає осіданню інших крапель на поверхню зерна. Таким чином, досягається рівномірний дозований розподіл вологи поверхнею одного зерна і всієї маси в цілому. Зволоження зерна можна проводити в кілька стадій, при цьому знак електростатичного заряду води на кожній наступній стадії має бути протилежним знаку електростатичного заряду крапель води на попередній стадії.

Варіацією запропонованої технології є спосіб зволоження зерна, у якому зерно заряджають електричним зарядом, протилежним знаку електричного заряду крапель води. Величина заряду окремого зерна визначається площею поверхні. Кількість крапель, що потрапляють на нього, залежить від співвідношення величини заряду окремого зерна та заряду крапель води. Таким чином відбувається дозоване зволоження окремого зерна і зернової маси в цілому.

Спосіб підготовки зерна жита до помелу, що включає очищення зерна від домішок, очищення поверхні, згідно винаходу після очищення поверхні зерно піддають конвективно-кондуктивного нагрівання при температурі 120-160°C протягом 2-3 хвилин. Крім того, технічний результат досягається тим, що після очищення поверхні зерно зволожують до 14%, відволікають протягом 3-16 годин. Це забезпечує збільшення виходу борошна та зміну її кольору, кращого з погляду споживача.

Для очищення та зволоження зерна з метою зменшення кількості пошкоджених зерен та витрат води як зволожувач можна використовувати подрібнений лід. Співвідношення обсягів льоду та зерна - 1:6...8. Відділення верхніх найбільш забруднених оболонок зерна відбувається в результаті абразивної дії частинок льоду при одночасному зволоженні зерна за рахунок виділення тепла при частковому плавленні льоду та терті зерен. Вода, що утворюється за такого плавлення, поглинається зерном. Процес зволоження та відділення оболонок зерна льодом (розмір частинок - не більше середнього розміру зерен) ведуть шляхом перемішування не менше ніж 7 хв при температурі не вище 10 оc.

При відволоженні зерна пшениці при температурі 40...60°C протягом 3,5...4,5 год та обробці його паром підвищується продуктивність процесу за рахунок скорочення тривалості зволоження. Поліпшується білизна борошна першого сорту на 7,5-11,5 ум. од. приладу РЗ-БПЛ, борошна вищого гатунку - на 3,5-7,5 ум. од. приладу РЗ-БПЛ. Обробка таким чином знезаражує зерно, а продукти помелу мають добрі санітарні характеристики.

Спосіб підготовки зерна пшениці до помолу і обробки зерна консервантом від картопляної хвороби і плісняви (причому при зволоженні зерна на першому та/або другому етапі використовують водний розчин консерванту при температурі 14-20°C співвідношенні 0,01-2,9% консерванту до маси зерна. Як консервант можна використовувати лимонну, молочну, оцтову, бензойну, пропіонову, сорбінову, мурашину або яблучну кислоти або їх кислі солі, а також комплексну харчову добавку «Денфай», розроблену ТОВ «Зелені лінії» та комбінацію консервантів пропіонату кальцію, натрію та сорбату калію. Спосіб винаходу застосовується для млинів з накопичувальною ємністю для зволоження і відволікання зерна, для млинів з обмеженою місткістю і для млинів, не обладнаних накопичувальною ємністю. Спосіб забезпечує отримання борошна вищої якості та білизни та покращених хлібопекарських властивостей за рахунок придушення в ній різних збудників хлібних хвороб та плісняв.

Технологія переробки зерна зі слабкою клейковиною при виробництві борошна передбачає зволоження до 16,5 % миттям та додаванням води кімнатної температури в краплинно-рідкому стані (близько 10 хв), відволоження протягом 14 год, пропарювання зерна вологою насиченою паром протягом 20 ... с, термостатування 19...21 хв при температурі 44...46°C для зміни технологічних властивостей зерна та зняття надлишкової вологи.

pH

Запропоновано кондиціювання зерна пшениці, ячменю та жита з використанням лужної фракції активованої води (pH 10,5...11,5). При цьому тривалість звільнення зерна зменшується, краще розпушується ендосперм, знижується кількість мікроорганізмів і зольність, збільшується вихід борошна. Електрохімічну обробку водного розчину натрію хлориду використовують також для підвищення ефективності підготовки зерна в технології зернового хліба.

Рекомендується первинне зволоження зерна при температурі води 16...20°C та відволоження протягом 15...18 год (приріст вологи - 1,6...4,0%) із застосуванням повторного зволоження водним розчином оцтової кислоти концентрацією 0,1...0,2% з температурою 16...20°C та відволоження тривалістю 6...8 год (приріст вологи - 0,4...1,2%). Використання даної обробки дозволяє проводити дозволоження з короткочасним відволоженням; знижує трудомісткість процесу підготовки зерна, забезпечує високу якість борошна, попереджає його зараження бактеріями *Bacillus subtilis*, що викликають картопляну хворобу, дозволяє отримувати якісні, екологічно чисті висівки для комбікормового виробництва.

Рекомендується первинне зволоження зерна при температурі води 16...20°C та відволоження протягом 15...18 год (приріст вологи - 1,6...4,0%) із застосуванням повторного зволоження водним розчином оцтової кислоти концентрацією 0,1...0,2% з температурою 16...20°C та відволоження тривалістю 6...8 год (приріст вологи - 0,4...1,2%). Використання даної обробки дозволяє проводити дозволоження з короткочасним відволоженням; знижує трудомісткість процесу підготовки зерна, забезпечує високу якість борошна, попереджає його зараження бактеріями *Bacillus subtilis*, що викликають картопляну хворобу, дозволяє отримувати якісні, екологічно чисті висівки для комбікормового виробництва.

Кисень

З метою прискорення дозрівання борошна та покращення її хлібопекарських властивостей запропоновано спосіб, який передбачає зволоження зерна водою (у співвідношенні 4:1), насиченою киснем до $1,6...2,0 \times 10^2$ кг/м³, температурою 18°C протягом 5 хв до вологості 15% з подальшим його відволоженням протягом 20 год. Результатом такої обробки є позитивні зміни кількісних та якісних характеристик клейковини: вміст сирої клейковини зростає на 2,3 %, пружність підвищується на 5 %, гідратаційна здатність збільшується на 20 %, розтяжність зменшується на 20 %. Значно покращується якість хліба: об'ємний вихід збільшується на 37%, питомий обсяг – на 41%, пористість – на 8%.

Вібрації

Спосіб кондиціонування зерна перед сортовим помелом, яким зерно температурою 20°C, зволожують на 2 % з відволоженням протягом 10 год, потім на 1,0 % - 4 год, перед розмолотом на 0,3 % - 15...20 хв. При цьому на кожному етапі кондиціонування зерно піддають вібраційному впливу з величиною сили, що обурює 400...495 кгс, частотою 333...416 Гц і тривалістю впливу 90...150 с при висоті насипного шару зерна 0,5...0,6 м. В результаті такої обробки вихід борошна вищого ґатунку підвищується на 5,0...5,5 %, середньозважена зольність борошна знижується на 0,03...0,05 %.

Спосіб зволоження зерна полягає в обробці суміші зерна з рідиною потужною вібрацією протягом 2...15 з частотою 80 Гц. В результаті зерно активно адсорбує вологу і стає готовим до помелу.

Спосіб зволоження зерна водою полягає в короткочасному (10...15 с) впливі вібрації з частотою 200 Гц, внаслідок чого витрати енергії на помел та його тривалість зменшуються.

Технологія кондиціонування зерна пшениці перед помолом передбачає обробку в установці «Vibronet», діапазон коливань, що генеруються ним, - від 50 до 300 Гц. Обґрунтовано застосування частоти хвиль 75 Гц. Даний спосіб дозволяє скоротити тривалість відволікання до 4...6 годин

Вакуум

Розроблено систему швидкого вакуумного кондиціонування, яка дозволяє скоротити час відволікання зерна м'яких та напівтвердих сортів пшениці до 2 годин. При цьому на заміну бункерів для 1-го та 2-го відволоження потрібні лише ємності для двогодинного відволоження. Це забезпечує однакову годинну продуктивність зерноочисного та розмольного відділень, а зміна складу помеленої партії здійснюється в потоці, помилки при визначенні кількості води на зволоження впливають на меншу кількість зерна. При вплив вакууму вода легко і рівномірно проходить всередину зерна, збільшується обсяг зерна і вирівнюється борозна, спрощує його очищення та помел. Під час швидкого кондиціонування покращується санітарний стан зерна за рахунок зниження його зараженості комахами та мікроорганізмами ферментативні процеси в зерні не поширюються на розвиток, збільшує можливість коригувати якість борошна за показником білизни.

Італійська компанія GBS Group: використання ефекту механічного тертя зерна про зерно для видалення поверхневих забруднень, а потім швидше проникнення води всередину зерна. У концепції системи швидкого вакуумного кондиціонування є комбінація наступних машин:

- ☐ інтенсивна оббивна машина з аспіраційним каналом з рециркуляцією;
- ☐ шнек інтенсивного зволоження з автоматичною подачею води;
- ☐ лущильна машина для відділення оболонок.

Ультразвук

Спосіб обробки зерна при його підготовці до помелу, що включає зволоження зерна шляхом приміщення його у воду, обробку зерна у воді за допомогою ультразвуку, відволоження зерна та його очищення від оболонки за рахунок її відділення та видалення, що відрізняється тим, що зволоження, обробку ультразвуком та відділення оболонки здійснюють одночасно в ламінарному потоці води протягом 15 с перед відволоженням, при цьому щільність потужності акустичної кавітації, створюваної джерелом ультразвуку, встановлюють не менше 3 Вт/см², а відволоження виробляють протягом від 1 до 2,5 год.

НВЧ-обробка

Спосіб підготовки зерна до помолу, що включає зволоження зерна, його сушіння за допомогою циклічної електромагнітної обробки в багатоходовому електромагнітному полі надвисокої частоти з одночасною продуванням повітрям і досушування до необхідної вологості. Зволоження здійснюють до 22-28%, НВЧ-обробку - до досягнення вологості 16-18%, при цьому тривалість циклів НВЧ-нагріву встановлюють зменшується протягом процесу.

Автоматичне зволоження зерна

Компанія «Елтікон» створила АРМ управління встановленням зволоження зерна. Сконструйовано багатофункціональний кожух, що виконує функції основи для кріплення вологоміра та кожух для розпилення води із вбудованими форсунками. Розроблено схему автоматизації, до якої увійшло також частину обладнання млина, Введені блокування вирішують завдання захисту обладнання від завалів, припинення подачі води за відсутності потоку зерна тощо.

Фірма «Бюлер» пропонує пристрій автоматичного регулювання вологості (виходячи з вихідної вологості пшениці, що безперервно вимірюється), регулятор витрати води і вихровий зволожувач Turbolizer. У пристрої для вимірювання вологості використовується мікрохвильова технологія: регулятор вологості безперервно визначає вологість пшениці, а витратомір «Флоубалансер» – продуктивність. Вихровий зволожувач (нова двороторна вихрова система) забезпечує рівномірний розподіл води по всій поверхні зерна; можливе введення до 7% води.

Можливість застосування широкого діапазону акустичних хвиль знайдено вченими Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут», яким створено ПІ встановлення, ключовим елементом якого є ПІ випромінювач. Він збуджує широкий частотний діапазон коливань в камері установки в рідкому середовищі - від 1 до сотень кГц і включає інфразвук (до 16 Гц), діапазон звуків, який чує людина ($(1,6...2,0) \times 10^4$ Гц) та ультразвук (від $(0,02...1,0) \times 10^6$ Гц). У діапазоні випромінювання переважають хвилі ультразвукової частоти: $(4,0...8,0) \times 10^4$ Гц. Досвідченим шляхом встановлено можливість використання цієї установки в борошномельній галузі для проведення кондиціонування при хлібопекарському помелі пшениці.

Використання ПІ обробки перед помолом дозволяє отримувати за короткий період зерно, технологічні властивості якого аналогічні для холодного кондиціонування. Один імпульс генерується випромінювачем протягом 30×10^{-3} с і проходить через водно - зернову суміш приблизно 0,5 с в лабораторній ПІ установці об'ємом 40×10^{-3} м³, зіштовхуючись зі стінками камери, відбивається від них і повертається у водно - зернову суміш. Інтервал між генеруванням кожного імпульсу можна задавати від 1 і більше. При здійсненні ПІ обробки зерна перед помолом випромінювання імпульсів проводилося з частотою 1 Гц, тобто за 1 с утворювався 1 імпульс. При обробці в ПІ встановленні можна встановлювати силу генерованих імпульсів від 1 до 10 од. ін. в одиницях установки відповідає силі стисненого газу (повітря) з тиском від 1 ат. (98070 Па) до 10 ат. (980700 Па). Також можна регулювати тиск у межах від атмосферного тиску – 101000 Па до 8000 Па. Для досягнення потрібних технологічних властивостей зерна перед помолом ПІ обробка проводиться від кількох секунд до кількох хвилин.

У зерно, занурене повністю у воду, під дією акустичних хвиль, що генеруються, проштовхується вода. При цьому в ендоспермі проходить процес тріщиноутворення та розпушування його структури. Отримання зерна з необхідними для помелу технологічними властивостями за короткий проміжок часу дозволить усунути технологічну паузу, що виникає під час кондиціонування, організувати безперервність роботи зерноочисного відділення борошномельного заводу, збільшити його продуктивність, зменшити кількість виробничих ємностей, необхідних для проведення ВТО. Хлібопекарські властивості борошна після ПІ обробки зерна з огляду на значне прискорення процесу кондиціонування характеризуються менш розвиненими протеолітичними процесами, а також низьким рівнем мікробіологічного забруднення зерна та борошна.

3. Способи ВТО зерна у круп'яній промисловості

Відомо використання високотемпературної технології при виробництві борошна для дитячого харчування, а також при отриманні крохмалевмісної добавки для технології ковбас, соусів і т.д. Для виготовлення продуктів дитячого харчування з рослинної та м'ясної сировини використовують сушіння інфрачервоними променями. ІЧ - сушіння рослинної сировини зберігає в 1,2 рази більше термолабільних вітамінів у порівнянні з традиційною сушкою, мінеральний склад майже повністю залишається незмінним.

Застосування ІЧ-випромінювання у сільськогосподарському виробництві пов'язане з обігрівом, сушінням продукції, тепловою дезінсекцією. ІЧ - обробка сприятливо впливає на посівні властивості насіння та знижує мікробіологічне забруднення. Крім того, застосування такої обробки підвищує ефективність луцення насіння соняшнику.

Крупа, що швидко розварюється, і пластівців з твердої пшениці. При цьому готові вироби мають високу харчову цінність, хороші органолептичні дані можуть замінити макаронні вироби, наприклад в концентратах перших страв. Швидко розварювальні крупи і пластівці можна отримувати також із дрібного зерна пшениці та жита. З дрібного зерна пшениці отримують пластівці з підвищеним вмістом білка та природної клітковини.

З метою поліпшення якості та збільшення виходу готового продукту здійснюють обробку ІЧ-променями при довжині хвиль випромінювання 0,8-5,0 мкм та щільності променистого потоку 22-24 кВт/м² протягом 32-40 с до досягнення зерном температури 170-180°С, після чого проводять гідротермічну обробку його шляхом розпилення 80-90 г води на 1 кг зерна, охолоджують його до 150-165°С відволікають протягом 40-60 с до температури 80-90°С подальшим плющенням в пластівці товщиною 0,4-0,5 мм

Обробка інфрачервоними променями (ІЧ) дозволяє на вищому рівні змінювати структуру, біохімічні, технологічні та кулінарні властивості зернової сировини, що обробляється. Внаслідок хвильового впливу мікроструктура зерна та крупи зазнає глибоких змін, сорбційні властивості зростають у 10...100 разів, відбувається часткова денатурація білків, декстринізація крохмалю та стабілізація ліпідного комплексу. Так як обробка ведеться протягом короткого періоду часу (20 ... 60 с), то розчинність білка та амінокислотний склад практично не змінюються, а вміст вітамінів групи В та токоферолів при обробці цілого зерна зменшуються незначно.

Спосіб гідротермічної обробки зерна вівса включає зволоження зерна водою зануренням у ванну на 10-60 після попереднього вакуумування його до залишкового тиску 0,03-0,05 МПа з подальшим механічним видаленням надлишків поверхневої вологості і відволоження в бункерах протягом 2, -4,0 год.

Тема 2.2. Актуальність етапу очищення поверхні зерна

План лекції

1. Сучасний стан проблеми очищення поверхні зерна
2. Способи та технології оброблення поверхні зерна
3. Технологічні схеми помолу попередньо лушеного зерна

1. Сучасний стан проблеми очищення поверхні зерна

Зерно пшениці на своїй поверхні містить значну кількість мікроорганізмів та пил мінерального та органічного походження

З метою запобігання попаданню перерахованих включень у борошно в процесі підготовки до розмелювання поверхню зерна піддають обробці

Ефективність такої дії прийнято оцінювати зниження зольності зерна. Обробка поверхні зерна включає:



- ✓ процеси впливу багаторазовими ударами,
- ✓ луценням,
- ✓ щітковими поверхнями
- ✓ гідродинамічним способом



Гідродинамічний спосіб очищення поверхні зерна на сучасних борошномельних заводах практично не застосовується.

Обробка щітковими поверхнями через швидке зношування щіток і незначний ефект, також не використовується і не може розглядатися як перспективний вид обробки.

При очищенні зерна шляхом багаторазових ударів використовуються деформації ударів, міжзернового тертя та стирання про робочі органи, проте основним фактором, що діє, є удар. Ефективність процесу очищення поверхні зерна шляхом багаторазових ударів насамперед зростає зі збільшенням сили ударів, створюваних робочими органами, і обмежується подрібненням зерен.

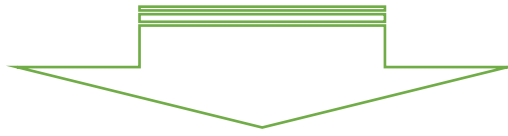
У процесах обробки луценням розрізняють «сухе» і «мокре» луцення, а також луцення зволоженого зерна.

Спосіб мокрого луцення реалізується шляхом стирання зерна про лускату ситову поверхню при безпосередній подачі води в зону обробки. Витрата води становлять 0,2...0,3 м³ на 1 т обробленого зерна, кількість відокремлених оболонок – 0,1 % при збільшенні вмісту подрібнених зерен – до 1,0 %. З перерахованих вище причин такий спосіб обробки не може визнаватися ефективним і зараз використовується рідко.

Сухе луцення передбачає обробку зерна без попередньої зміни його вологості та успішно застосовується при виробництві різних круп. Лушпиння зволоженого зерна передбачає його обробку після відволікання та різних періодах відволікання.



У технологіях переробки зернових на борошно та крупі вибіркоче подрібнення представлено процесами розмелювання на вальцьових верстатах, подрібненням шляхом ударів, а також окремим випадком подрібнення – луценням.



У сучасних сортових помелах розмелювання зерна на вальцових верстатах є базовим способом подрібнення. Подрібнення ударом застосовується тільки для вимела оболонок та руйнування великих агломерованих частинок після вальцових верстатів з мікрошорсткими вальцями. Процес лушення хоч і згадується в нормативній документації, як спосіб очищення поверхні зерна, але в сучасній практиці помелів не застосовується. Однак саме лушення та подрібнення ударами, як можливі способи підвищення ефективності сортових хлібопекарських помелів зерна пшениці та жита, протягом багатьох років є предметом підвищеного інтересу вчених та практиків.

Досліджено лушення сухої та вологої пшениці з подальшим її розмелюванням.



Найкраще відділення плодових оболонок досягається при зволоженні зерна на 7...8% теплою водою, або короткочасним пропарюванням з наступним відволожуванням протягом 15...20 хвилин перед лушенням.

При зволоженні зерна поздовжні шари плодової оболонки з поперечними та трубчастими клітинами тісно пов'язані з насінневою оболонкою, тому для їхнього відділення потрібно збільшення механічного впливу.

2. Способи та технології оброблення поверхні зерна

СПОСІБ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНА ДО СОРТОВОГО ПОМОЛУ включає очищення від домішок, обробку поверхні зерна в обоєчних машинах, основний етап гідротермічної обробки зерна (зволоження у зволожувальних шнеках і подальше відволоження), повторну обробку поверхні зерна в обоєчних машинах, аспіратор та додаткове зволоження та відволікання. Зниження зольності побічно характеризує очищення поверхні. Зольність зерна після обробки в обоєчних машинах з абразивним циліндром повинна бути знижена не менше ніж на 0,03-0,05%, в обоєчних машинах зі сталевим циліндром на 0,01-0,03%. Жито звожують до 14-15%, пшеницю до 14-16,5%, час відволікання коливається від 3 до 24 годин в залежності від виду та якості зерна

СПОСІБ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНА ІРЖІ ДО СОРТОВОГО ПОМОЛУ очищення від домішок, гідротермічну обробку зерна, лушення зерна на машинах А1-ЗІПН-3, повторне очищення від домішок і додаткове зволоження і відволоження зерна. При цьому видаляють 2-4% плодових оболонок. Зерно звожують до 14,5%, відволікають трохи більше 8 годин.

ВОЛОГИЙ СПОСІБ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНА до переробки з використанням після очищення від домішок мийної машини. Обробка зерна в мийній машині є найбільш ефективною при очищенні поверхні та зволоженні. У ванні мийної машини зерно інтенсивно промивається – бруд та мікроорганізми видаляються не тільки з поверхні зерна, але й з борозенки. При обробці у віджимній колонці мийної машини відбувається легке луцення зерна. Одночасно з очищенням поверхні зерна у ванні мийної машини видаляються із зернової маси гідродинамічні легкі та важкі домішки. Для миття зерна дозволяється використовувати лише питну воду. Зниження зольності зерна становить 0,03-0,05%.

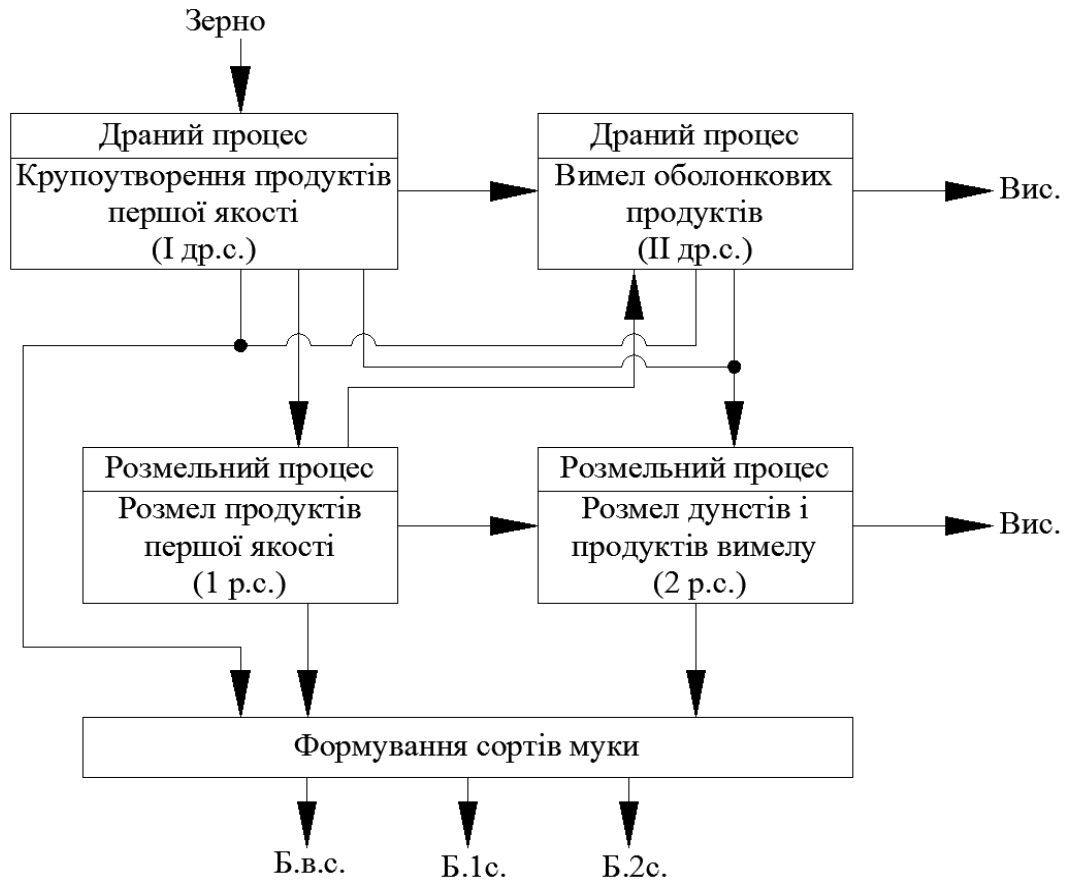
СПОСІБ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНА ДО ПЕРЕРОБКИ з використанням машин мокрого луцення А1-БМШ. Внаслідок ударного впливу та інтенсивного взаємного тертя зерен відбувається очищення поверхні зерна від мінерального забруднення, надірваних оболонок, частинок зародка та борідки. Ефективність роботи машин А1-БМШ оцінюється зволоженням зерна на 1,6-2%, кількістю відходів 0,1%, зольністю відходів щонайменше 3%. Зниження зольності зерна становить 0,02-0,05%. Відмінною особливістю машин мокрого луцення є поєднання функцій миття та луцення зерна.

СПОСІБ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНА ІРЖІ ТА ПШЕНИЦІ ДО ПЕРЕРОБКИ включає очищення зерна від домішок, очищення поверхні зерна, зволоження його до вологості 14-15%, відволоження 4-20 хвилин, обробку зерна у верстаті з вальцем з зазором між вальцями 1,9 мм і його подальшу аспірацію. Такий спосіб забезпечує очищення поверхні зерна з частковим зняттям оболонок, дозволяє скоротити процес підготовки зерна за рахунок зменшення часу відволікання та знизити енерговитрати на подальше подрібнення за рахунок порушення цілісності зернівки.

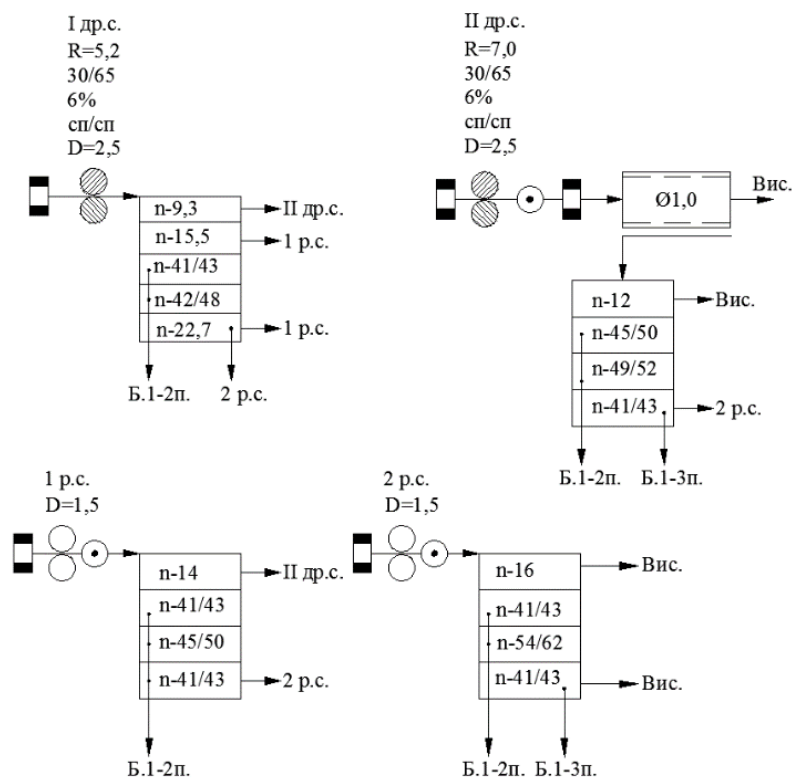
СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА борошна полягає в тому, що при виробництві борошна з додаванням білково-вітамінного збагачувача з рослинної сировини, що передбачає вироблення борошняної основи, включаючи зволоження і відволікання зерна пшениці перед помолом з подальшим подрібненням в борошно, і змішування її з збагачувачем, в якості останнього фракції та макухи холодного прохідного пресування суміші зародків та оболонок насіння амаранту. Змішують суміш з зволоженою помольною партією зерна перед відволоження відповідно у співвідношенні (1:8)-(2:5), а подрібнення ведуть до вилучення 90-95% продуктів подрібнення з розміром частинок не більше 250 мкм. Зволожують зерно до 18-22% і відволікають протягом 16-24 годин.

3. Технологічні схеми попередньо лушеного зерна

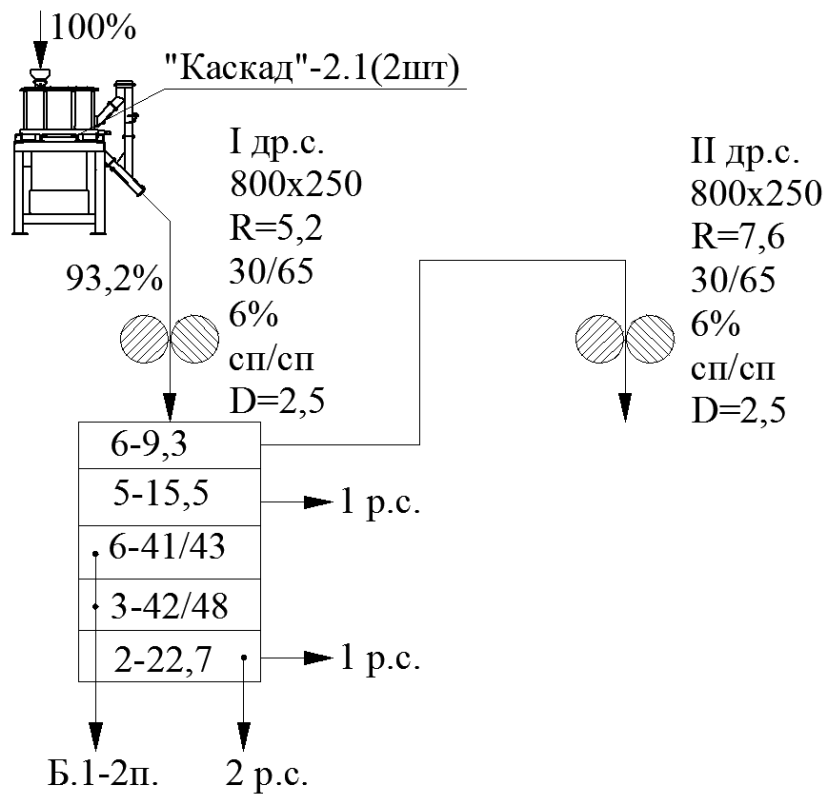
Принципова структурна схема розмелу зерна модуля без збагачення



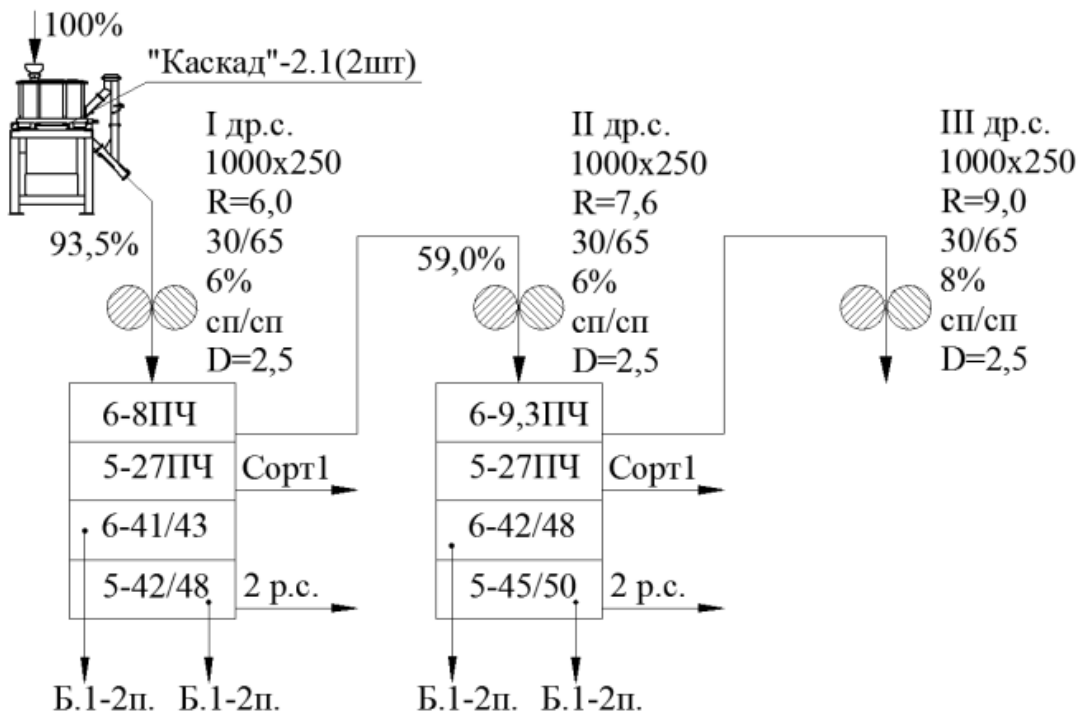
Принципова технологічна схема етапу розмелу зерна модуля без збагачення



Технологічна схема драного процесу із забезпеченням загального добутку 73,4 % на I драній системі



Технологічна схема драного процесу із забезпеченням загального добутку 42,0 % на I драні системі



Тема 2.3 Сучасні напрямки і способи подрібнення зерна

План лекції

1. Новітні види обладнання та способи отримання пшеничного та житнього борошна
2. Способи помелу зерна круп'яних культур

1. Новітні види обладнання та способи отримання пшеничного та житнього борошна

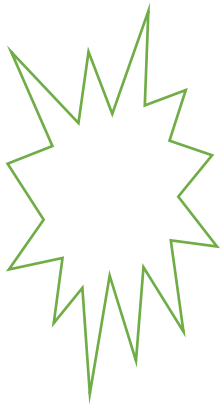
Подвійний вальцевий млин RMQ/CS фірми «Окрім» (Італія) – поєднані операції розмелювання та просіювання. Проміжне сито розташоване під верхньою парою вальців, що мелють; можливе його встановлення і під нижніми вальцями. Головний технологічний принцип - відокремлення грубих фракцій від дрібних після розмелювання. Відокремлюючи крупки, машина відправляє борошно безпосередньо на ситах після розмелювання, що підвищує вихід борошна з низькою зольністю. Площа просіювання зменшена, а продуктивність підвищена. Є розвинена система електронного контролю рівня завантаження, відключення тощо.

Вальцева установка (модель ФМХР) компанії "Сатейк" (Х'юстон) - лідер високошвидкісної технології "Сатейк". Швидкість вальців 1500 об/хв; модульна конструкція; значно довговічніші вальці.

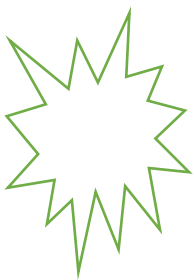
Спосіб помелу зерна. Зерно змочують рідиною так, що оболонка зерна має більшу вологість, ніж ядро. Впливають на зерно силою стискування за допомогою першої пари вальців таким чином, що внутрішня структура ядра змінюється, а оболонка зерна не ушкоджується (або незначно пошкоджується).

Подають зерно безпосередньо на другу пару вальців та мелють ними. Потім виробляють подальший помел наступними парами та/або просіювання продуктів помелу таким чином, що як кінцевий продукт отримують в основному борошно.

Пристрій містить змочуючий пристрій для змочування зерна рідиною, розташовану за пристроєм, що змочує, першу пару вальців, щонайменше, одну розташовану безпосередньо за першою парою вальців наступну пару вальців для помелу зерна і, щонайменше, одне розташоване за нею плоске сито. Забезпечується вихід борошна понад 75%.

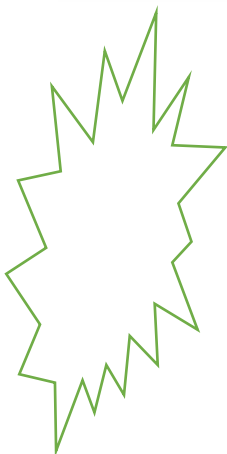
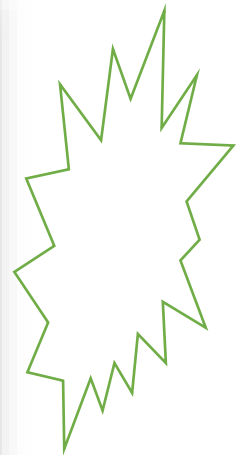


СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА композитної хлібопекарської суміші на основі пшеничного борошна, збагаченої рослинними добавками і призначеної для випікання хлібобулочних та кондитерських виробів підвищеної харчової та біологічної цінності для лікувально-профілактичного харчування, як у промисловому виробництві. Передбачає вироблення борошняної основи, включаючи зволоження і відволоження зерна пшениці перед помелом з подальшим подрібненням в борошно, і змішування її з збагачувачем, як останнє фракції та макухи холодного прохідного пресування суміші зародків та оболонок насіння амаранту. Змішують суміш з зволоженою помольною партією зерна перед відволоження відповідно у співвідношенні (1:8)-(2:5), а подрібнення ведуть до виплучення 90-95% продуктів подрібнення з розміром частинок не більше 250 мкм. Зволожують зерно до 18-22% і відволікають протягом 16-24 годин.

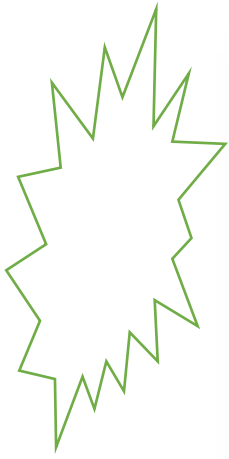


СПОСІБ ПОДРІБНЕННЯ ПЕРЕВАГО ЗЕРНА І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ включає безперервну подачу вихідного продукту на помел в помольну камеру, закрутку частинок вихідного продукту з великою швидкістю та розвантаження готового продукту. У центрі помольної камери створюють розрідження, а подачу вихідного продукту помольну камеру здійснюють безпосередньо під дією розрідження, створюваного в центрі помольної камери. Даний спосіб реалізують у пристрої, що включає ємність з вихідним продуктом, помольну камеру, що має розвантажувальне вікно з пробивним решетом в ньому і кришку, а також розміщений всередині помольної камери на вертикальному валу робочий орган.

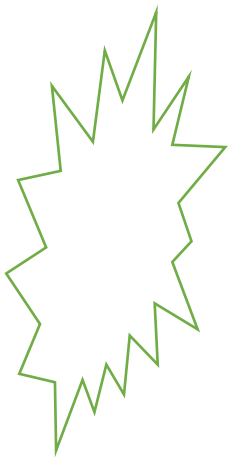
СПОСІБ РОЗМОЛУ ЗЕРНОВИХ І ЗЕРНИНИХ МАТЕРІАЛІВ полягає в тому, що в процесі керованої подачі зерен з орієнтацією та їх переміщенням по поверхні, що рухається здійснюють введення зерен в робочий простір. Виробляють регульовану деформацію зерен, руйнування, подрібнення та виведення при змінному тиску. При цьому в якості обмежують робочий простір поверхонь, що рухаються використовують опорну увігнуту поверхню з регульованими перфорацією, кривизною і коливаннями і опуклу поверхню маятника з регульованими шорсткістю і кривизною. Крім того, введення та дозування зерен на опорну увігнуту поверхню здійснюють як у процесі її підведення в зону руху опуклої поверхні маятника, так і при фіксації її зупинці в цій зоні. Введення та дозування зерен, регульовану деформацію, руйнування та подрібнення з регульованим зазором між опорними увігнутими поверхнями і випуклими поверхнями маятника і виведення подрібненого матеріалу здійснюють у послідовному дискретному режимі шляхом повідомлення опуклим поверхням маятника коливань у вертикальній площині з регульованою опорою поверхонь регульованого руху.



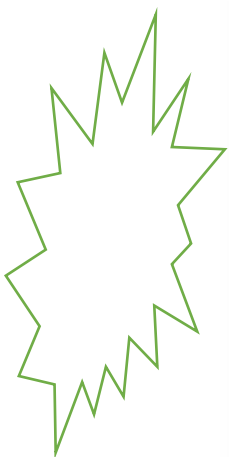
СПОСІБ ОБГИРАННЯ ЗЕРНА І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ, А ТАКОЖ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНА ДО РОЗМОЛУ. Спосіб обдирання зерна включає отримання в обдирному пристрої шару зерна цільної упаковки за допомогою робочих елементів, що переміщують зерна як в цілому, так і окремо. Пристрій для здійснення способу містить обдирний ротор і кожух з робочими елементами, виконаними у вигляді поперемінно розташованих на роторі ділянок з кулачками, що виступають в обдирну камеру, і ділянок із засобами примусового транспортування зерна в осьовому напрямку обдирної камери. Пристрій для підготовки зерна до розмелу, що включає пристрій для обдирки зерна по зазначеному способу, містить також машину для сухої обдирки, машину, що змочує, відстійні камери і сховище для кондиціонування зерна.



СПОСІБ ФОРМУВАННЯ ЗЕРНОВИХ ПРОДУКТІВ РОЗМОЛУ включає подачу зернового матеріалу до робочих елементів, що рухаються, подрібнення і просіювання. Після подачі зернового матеріалу здійснюють його дозування, розподіл тонким шаром, подрібнення, просіювання виробляють, транспортуючи зерновий матеріал вздовж зон, що циклічно звужуються і розширюються між увігнутими або опуклими, перфорованими або суцільними з зустрічною регульованою шорсткістю поверхнями, які використовують як робочі і вздовж зон ситових тканинних поверхонь цих блоків, повідомляючи поверхням регульовані гойдання та регульовані вібраційні коливання, при здійсненні виборчих подрібнення та просіювання змінюють розміри отворів, стан, кривизну та кінематичні режими руху поверхонь, а східні та проходові фракції зернових продуктів. рециркуляції на робочі елементи як і площині їх гойдання, і у поперечній площині. Винахід дозволяє підвищити ефективність формування зернових продуктів розмелювання та знизити енерговитрати.

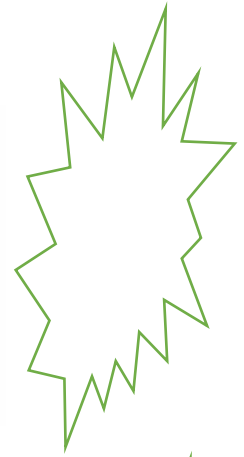


МУКА ПШЕНИЧНА ХОЛОДНОГО НАБУХАННЯ І СПОСІБ ЇЇ ВИРОБНИЦТВА
Винахід відноситься до харчової промисловості. Спосіб виробництва борошна пшеничного холодного набухання полягає в тому, що свіжезмелене пшеничне борошно піддають термічній обробці у дві стадії. На першій стадії – у турбоварці, де відбувається взаємодія борошна з парою та гарячою водою. На другій стадії - у турбосушарці, куди подається гаряче повітря для остаточного сушіння продукту з доведенням його до певної вологості. Процес двостадійної термообробки борошна протікає за певних технологічних параметрів. Після сушіння борошно охолоджують, після чого подрібнюють та розсіюють. Борошно пшеничне холодного набухання вироблено вищевказаним способом, при цьому частинки борошна великого помелу більше 165 мкм, що характеризуються залишком на ситі № 43, становлять не більше 50% загального обсягу борошна. Винахід дозволяє отримати борошно з підвищеною водопоглинальною і редукуючою здатністю, зниженою мікробіологічною активністю за наявності досить великого фракційного складу борошна.

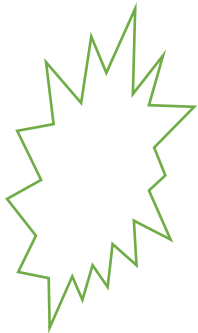
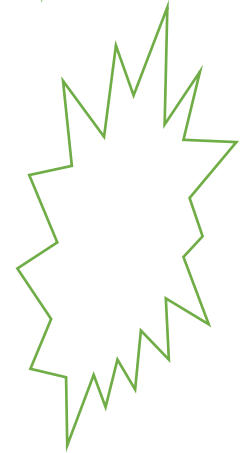


СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ПШЕНИЧНОЇ МОКИ І ПШЕНИЧНА МУКА, ОТРИМАНА ЦИМ СПОСОБОМ. Спосіб включає підготовку зерна до помелу шляхом очищення зернової маси від домішок, обробку поверхні зерна та його гідротермічну обробку, поетапне подрібнення підготовленого зерна на вальцових верстатах в драному і розмільному процесах, поетапне сортування продуктів дроблення на ситовісних системах і формування. При цьому висівки драного процесу діляться на дві фракції: розміром частинок 0,8 мм і розміром частинок < 0,8 мм. Далі сортове борошно, висівки драного процесу з розміром частинок < 0,8 мм і висівки із зародком розмільного процесу вибірково змішують. Змішують борошно вищого сорту, борошно 1 сорту, борошно 2 сорти, висівки драного процесу з розміром частини < 0,8 мм і висівки із зародком розмільного процесу, або змішують борошно 1 сорту, борошно 2 сорти та висівки із зародком розмільного процесу. Таким чином одержують два види борошна з високим вмістом зародка та харчових волокон. Отримана мука відрізняється більш високим відсотковим вмістом вітамінів та мінеральних речовин по відношенню до зерна.

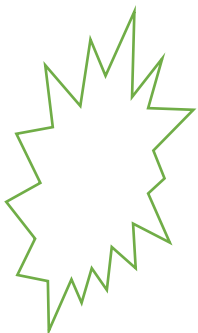
СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ХЛБОПЕКАРСЬКОЇ БОРОШНА "АЛАНІЯ" з цілнормованого зерна м'якої пшениці з підвищеним вмістом зародка і оболонок з більшими частинками, призначеної для випікання спеціальних хлібобулочних виробів, що рекомендуються в лікувальному та профілактичному харчуванні. Борошно одержують шляхом подрібнення на вальцових верстатах чотирьох-п'яти драних систем традиційно підготовленого до сортового помелу зерна пшениці без застосування обоєчних машин. Для сортування продуктів подрібнення після кожного вальцевого верстата драного процесу в розсві використовують сито з розміром отворів 1 мм, а отриману муку направляють всі проходові фракції цих сит і сходу з сит останньої системи драного процесу.



СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА ЖИТНЬО-ПШЕНИЧНОГО ХЛБОПЕКАРСЬКОГО, що передбачає складання помольної суміші з зерна жита і пшениці при співвідношенні 40:60-60:40 мас.%, очищення сумішей від домішок, її зволоження до вологості 14-15%, відволоження протягом 8-10 годин, розмелювання на вальцових верстатах подертих і розмелювальних систем, сортування подрібнених продуктів на ситах з формуванням сортів борошна, при цьому для приготування суміші використовують низькосклоподібну пшеницю з вмістом клейковини не більше 20%. Розмір склоподібності пшениці вибирається у 40%. Борошно житньо-пшеничне хлібопекарське, отримане вказаним способом, має такі показники: сход з сита 045 - 1%, прохід через сито 38 ш. – 65%, вологість 13,5%, зольність 1,30%, число падіння 170 с.

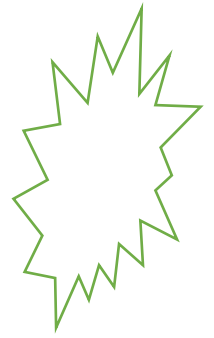


БОРОШНО ЖИТНЬО-ПШЕНИЧНЕ ХЛБОПЕКАРСЬКЕ І СПОСІБ ЙОГО ВИРОБНИЦТВА. Передбачає складання помольної суміші з зерна жита і пшениці у співвідношенні (40-60):(60-40) мас.%, очищення суміші від домішок, її зволоження, відволоження, розмелювання на вальцових верстатах подертих і розмелювальних систем сортуванням подрібненого продукту на ситах з формуванням борошна, складають із зерна помольну суміш з числом падіння не менше 180 с., при цьому використовують пшеницю з клейковиною не менше 22% і відволоження помольної суміші протягом 6,0-8,0 годин. Для розмелювання помольної суміші використовують чотири подерті системи і три розмелювальні системи. Вихід готової продукції становить щонайменше 82%.

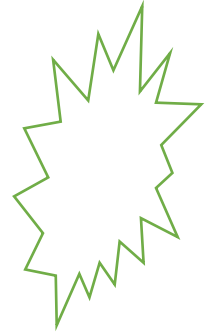


МУКА ПШЕНИЧНА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МУЧНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ "КОНДІ" І СПОСІБ ЇЇ ОТРИМАННЯ. Компоненти зерна пшениці, з яких на попередньому етапі формують помольну рецептуру за кількістю та якістю клейковини з двох або декількох видів зерна, піддають сепарації, обробляють від мінеральних домішок, здійснюють лушення для зниження зольності зерна на 0,07% від вихідної і потім виробляють аспіраційну та поетапну гідротермічну обробку зерна. Далі здійснюють додаткове очищення зерна від оболонок, подрібнюють на драних системах, шліфують, розмелюють, вимелюють і отримують подрібнений продукт.

СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА на малому млині передбачає підготовку зерна до помелу шляхом очищення його від домішок, зволоження, відволоження та подальший поетапний розмелювання з просіюванням та формуванням сортів борошна з окремих потоків. Відволікання зерна проводять при температурі 40-60°C протягом 3,5-4,5 годин за допомогою зовнішнього нагріву бункерів відволікання, додатково перед розмелюванням зерно обробляють парою. Винахід дозволить підвищити продуктивність процесу та покращити борошномельні характеристики зерна і як наслідок кінцевого продукту.



СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА МУКИ З ПШЕНИЦІ включає підготовку зерна до помелу шляхом очищення його від домішок, зволоження та відволоження, поетапне дроблення на першій, другій та наступних подертих системах, сортування подрібнених продуктів з виділенням дрібних крупок та дунстів, шліфування крупок, розмелювання крупок і дунстів у борошно і формування сорту борошна, зволожують зерно до 15,5-16,5% дроблення на першій драній системі проводять при режимі навантаження 800-850 кг/см на добу та величині зазору між вальцями, що забезпечує вилучення продукту, проходить через сито N 1, у кількості 50-60% від маси зерна, що направляється на цю систему, при сортуванні змішують подрібнені продукти з розмірами частинок 438-156 мкм з першої та другої подертих систем і здійснюють їх спільне просіювання, при цьому виділяють фракцію дрібних крупок і дунстів з розмірами частинок 438-420 мкм, а розмелювання крупок і дунстів проводять в один етап.



2. Способи помелу зерна круп'яних культур

СПОСІБ ВИРОБКИ ГРЕЧАНОГО БОРОШНА включає очищення зерна гречки від домішок, отримання ядра в результаті сортування зерна на фракції, лущення зерна із сортуванням продуктів лущення та гідротермічну обробку. Остання полягає у зволоженні ядра у вакуумній камері при наборі вакууму з залишковим тиском 0,07-0,08 МПа, подальшому відволоження в засіках і сушінні в зерносушарці до вологості 11-12%. Далі ядро розмелюють у вальцових верстатах після пропуску через магнітні сепаратори. Сортування продуктів розмелювання здійснюють у розсіваннях. Отримане гречане борошно направляють у бункери для готової продукції. Такий спосіб забезпечує зниження енергоємності процесу вироблення гречаного борошна шляхом зменшення витрат енергії на зволоження та сушіння.



СПОСІБ ОТРИМАННЯ ЯЧМЕННОГО БОРОШНА передбачає очищення зерна від домішок, подрібнення у вальцевому верстаті, сортування по крупності, аспірацію, помел зерна з розсортуванням на драних та розмелювальних системах до отримання борошна. Після очищення зерна проводять вологотеплову обробку шляхом зволоження зерна до 21-22%, відволоження 18-20 год і обсмажування при температурі 210-220°C протягом 2-3 хвилин, при цьому помел зерна здійснюють на трьох подертих і трьох розмельних системах. Винахід дозволить знизити енерговитрати та підвищити вихід борошна.





СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ТОЛОКНА передбачає гідротермічну обробку, що складається з попереднього замочування очищеного від домішок зерна вівса водою, нагрітої до температури 30-35°C, протягом 2,0-2,5 год для доведення його вологості до 30-32%. Вологий овес направляють варильний апарат для томлення протягом 1,5-2,0 год при тиску пари 0,15-0,20 МПа, потім пропускають через парову сушарку для висушування до вологості 5,0-6,0% після чого охолоджують до температури, що перевищує температуру виробничого приміщення більш як на 6-7°C. Після гідротермічної обробки зерно вівса піддають луценню. Продукти луцення направляють на просіювання для виділення борошна та дроблянки, лушпиння відвіюють. Проводять відділення лушених зерен від нелущених. Нелущені зерна направляють на повторне луцення, а лушення (крупку) на розмелювання. Подрібнену крупку просівають, при цьому сід з сита направляють на додаткове подрібнення, а проходом виділяється толокно



СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ТОЛОКНА що включає гідротермічну обробку очищеного від домішок зерна вівса протягом 8-12 хв при тиску пари 0,15-0,20 МПа, лушення зерна і поділ продуктів лушення на крупку, подрібнене ядро і лушпиння, екструдювання крупки та дроблянки при температурі 150-170°C, охолодження екструдату до температури 24-26°C та його подрібнення



СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ТОЛОКНА включає очищення зернової маси вівса від домішок, виділення лушпиння, екструдювання, охолодження екструдату і його подрібнення, перед екструдюванням додатково здійснюють миття зерна, екструдювання піддають ціле нелущене зерно, а лушпиння виділяють після подрібнення екструдату при цьому екструдювання проводять при 180-190°C, а охолодження екструдату до 25-27°C.

Миття зерна вівса необхідне виділення із зернової маси важких домішок, очищення поверхні зерна від мінеральних і органічних домішок, зниження мікрофлори, зокрема токсичної, лежить на поверхні зерна; для посилення відмінностей структурно-механічних властивостей оболонки та ядра, що дозволяють полегшити подальше подрібнення зерна у вальцових верстатах та підвищити вихід готової продукції. Миття зерна вівса здійснюється холодною водопровідною водою протягом 1-2 хв, при цьому вологість зерна досягає 15-17%. Зерно вівса після миття не підсушується.

Тема 2.4. Актуалізація асортименту готової продукції та новітніх технологій борошномельної та круп'яної галузей

План лекції

1. Шляхи вдосконалення асортименту
2. Нові продукти переробки зерна бобових і круп'яних культур

1. Шляхи вдосконалення асортименту

На світовому ринку продуктів із зерна можна виділити 5 основних груп:

1	цілі крупи із зерна, очищені від квіткової плівки та лушпиння за традиційною технологією, з часом варіння від 30 хвилин до 2 годин залежно від їх природних якостей;
2	цілі крупи та пластівці, що пройшли додаткову теплову обробку, з часом варіння від 10 до 25 хв.;
3	видкорозварювані крупки та пластівці з часом варіння від 1 до 10 хв.;
4	інстант-продукти, зернові пластівці, що не вимагають варіння, що відновлюються при заливанні їх киплячою водою або молоком протягом 5-7 хвилин у теплоізовованій склянці;
5	готові сніданки - зернові пластівці екструзійної технології, або додатково обсмажені.

Найновіший напрямок – це текстурати (борошно, яке не потребує варіння). На її основі виготовляються білкові суміші для дитячого харчування, для м'ясокомбінатів, ковбасних цехів. На сьогодні вони замінюють суміші з соєвого борошна, бо соя дає певний присмак. Це суміші на основі гречаного, горохового борошна.

2. Нові продукти переробки зерна бобових і круп'яних культур

У світі ведуться пошуки шляхів часткової заміни тваринних білків рослинними та способів їх ефективного спільного використання. Пріоритетним джерелом рослинних білків при виробництві продуктів харчування у світовій практиці є соя. Технологія такої переробки добре відпрацьована і широко апробована.

Для харчового та кормового використання всі зернобобові культури потребують попередньої технологічної обробки. Аналогічна обробка необхідна і круп'яним культурам при використанні їх для виробництва круп, що швидко розварюються або готових закусок, званих зазвичай сухими сніданками.

Екструзійна гідротермомеханічна обробка дозволяє отримувати білково-полісахаридну сировину без антиживильних речовин, використання якої в чистому вигляді та в поєднанні з тваринними білками дає можливість виробляти великий асортимент продуктів харчування (понад 100 видів) підвищеної біологічної цінності.

Термопроменева обробка не тільки покращує поживну цінність продуктів, але в залежності від режиму роботи, дає продукцію, аналогічну екструзійній або сировину для швидкого приготування страв.

Сировиною для переробки за новою технологією є зерно гороху, інших зернобобових культур, гречки та проса. Перед переробкою зерно піддається очищенню на зерноочисних машинах. Якщо сировина використовується для дитячого харчування, зерно піддається луценню - звільнення від оболонки.

У світовій практиці широко застосовується екструзійна переробка зерна. В основу її покладено поєднання процесів змішування, уварювання, формування виробів в одному екструдері - одно-або двошнековому і короткочасне високотемпературне екструдування попередньо роздробленого обрушеного зерна (круп).

Очищене від домішок зерно може оброблятися на електронно-променевих (термопроменевих) установках, що дозволяє отримувати продукцію, аналогічну екструзійній або сировині для швидкого приготування страв.

В залежності від типу екструдера, що використовується, підготовка гороху для екструдування здійснюється виття частинок типу манки. При виготовленні горохового напівфабрикату на екструдері типу КМЗ горох не дробиться, а прямує безпосередньо в приймальний бункер екструдера у вигляді цілих частинок.

Форма екструдованого продукту залежить від типу матриці, що встановлюється на будь-який з видів екструдера, і визначається подальшим використанням екструдата.

Якщо він використовується як готовий продукт, то може мати різноманітну геометричну форму:

✓ у разі його використання як технологічна добавка, наприклад, у ковбасні вироби – тільки у формі довгастих паличок,

✓ у плавлених сирах типу ковбасного – у вигляді борошна.

Палички бобові мають вологість трохи більше 8%, а гороховий напівфабрикат використовуваний у плавлених сирах як борошна повинен мати вологість трохи більше 12%.

Шляхом екструзійної та термопроменевої обробки зерна зернобобових і круп'яних культур вироблено білково-поліцукрову сировину (напівфабрикат). Вивчено його функціональні та споживчі властивості та біологічна цінність. Напівфабрикат, отриманий із зерна гороху, являє собою сипучий продукт з масовою часткою сухих речовин - 92 ... 94%.

Він має приємний жовтуватий колір, не має характерного бобового смаку і запаху, містить 20 ... 29% білка і до 30% крохмалю.

Цей напівфабрикат є високофункціональною білковою сировиною з високою жирो- і водопоглинальною, емульгуючою, піно- і гелеутворювальною здатністю.

ГЛОСАРІЙ

Адекватне харчування — це збалансоване і раціональне харчування, яке відповідає фізіологічним потребам організму в енергії, поживних речовинах, вітамінах і мікроелементах. Воно враховує індивідуальні особливості людини, такі як вік, стать, рівень фізичної активності, стан здоров'я та кліматичні умови.

Біоактивація зерна — це процес, спрямований на покращення біологічної активності та поживної цінності зерна шляхом природного або технологічного впливу. Зазвичай передбачає замочування, пророщування або обробку зерна для активації ферментів, вивільнення біологічно активних сполук і покращення його засвоюваності.

Вібропневматичні машини — це механізми, які поєднують у своїй роботі вібраційні та пневматичні принципи для виконання різних технологічних операцій. Такі машини використовують вібрації (механічні коливання) і пневматичний тиск (потік повітря або газу під тиском) для обробки матеріалів, транспортування, ущільнення чи очищення.

Гранульований продукт — це продукт, що має форму гранул або маленьких часточок, утворених шляхом гранулювання (агломерації). Гранулювання — це процес, при якому дрібні частинки або порошки з'єднуються в більші одиничні частки (гранули) з певними фізичними характеристиками, такими як розмір, форма та щільність.

Інстантний продукт (або швидкокорозчинний продукт) — це продукт харчування, який пройшов спеціальну обробку, завдяки чому його можна швидко приготувати або використовувати, зазвичай з мінімумом додаткових зусиль. Ці продукти часто мають зручну форму, наприклад, у вигляді порошку або гранул, які можна швидко перетворити на готову страву або напій за допомогою гарячої води або інших простих методів.

Мікронізація зерна — це технологічний процес обробки зерна, під час якого зерна подрібнюються до дуже дрібного розміру (мікронного рівня) шляхом використання різних механічних, термічних або комбінованих методів. В результаті цього процесу зерно набуває нових фізико-хімічних властивостей, таких як покращена розчинність, швидкість засвоєння та зниження часового ресурсу на його обробку.

Мікрохвильова енергія — це енергія електромагнітних хвиль у діапазоні частот від **300 МГц до 300 ГГц** (відповідає довжині хвиль від 1 м до 1 мм). Мікрохвилі є частиною електромагнітного спектра і широко використовуються в різних галузях завдяки здатності ефективно взаємодіяти з речовинами.

Пневмоімпульсна обробка — це технологічний процес, який використовує енергію стисненого газу (найчастіше повітря) у вигляді потужних імпульсів для механічного впливу на об'єкти чи матеріали. Цей метод широко застосовується для очищення, обробки, зміцнення, переміщення та видалення забруднень з різних поверхонь або конструкцій.

Ультразвукова обробка — це технологічний процес, при якому використовуються високочастотні звукові коливання (ультразвук) для впливу на матеріали чи середовища. Ультразвукові хвилі мають частоту понад 20 кГц (вище порогу чутності людського вуха) і можуть забезпечувати високу енергію, яка застосовується для різних цілей: очищення, обробки, змішування, зварювання тощо.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технології переробки зерна / За ред. В.М. Харченка. — Київ: Агроосвіта, 2020.
2. Новітні технології в аграрній промисловості / О.І. Задорожний, В.О. Гуменюк. — Київ: Академвидав, 2021.
3. "Сучасні технології та механізація переробки сільськогосподарської продукції / О.В. Семененко, С.П. Лукаш. — Львів: Наукова думка, 2019.
4. Технологія переробки зерна: теорія і практика / О.М. Шевченко. — Харків: Харківський національний університет харчових технологій, 2022.
5. Innovations in Grain Processing and Storage (2022) / Edited by E. Schmidt, H. Bauer. — New York: CRC Press.
6. Grain Processing: Principles and Technologies / L. Lamsal, P. W. Soni. — London: Academic Press, 2021.
7. Grain Milling and Processing: Technologies, Operations and Engineering / G. K. Roul, R. K. Gupta. — Delhi: Springer, 2020.
8. Sustainable Technologies in Grain Processing / A. B. Patel, S. S. Singh. — Berlin: Springer, 2022.

Інноваційні технології зберігання і переробки зерна

Опорний конспект лекцій

для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
зі спеціальності 181 Харчові технології,
ОПП «Технології зернопродуктів та зернові ресурси»

Укладачі:

ШАНІНА Ольга Миколаївна
ГАВРИШ Тетяна Володимирівна

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 3,7.
Наклад ___ пр.
Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44