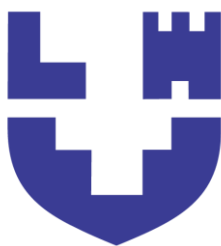


**Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет**



ТЕХНОЛОГІЯ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА

**Опорний конспект лекцій
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Агрономія»
галузі знань 20 «Аграрні науки і продовольство»
за спеціальністю 201 Агрономія
денної та заочної форм навчання**

Луцьк 2021

УДК 631.56 (07)

Т 38

До друку:

Голова навчально-методичної ради факультету ФАТЕ _____ Кірчук Р. В.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій
Луцького НТУ

Директор бібліотеки _____ С.С. Бакуменко

Рекомендовано до видання навчально-методичною радою факультету аграрних технологій та екології Луцького НТУ, протокол № _____ від « » _____ 2021 року.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри екології та агрономії Луцького НТУ,
протокол № _____ від « » _____ 2021 року.

Завідувач кафедри екології та агрономії _____ доцент Іванців В.В.

Укладач: _____ М. Б. Августинович, к. с/г. н., старший викладач кафедри екології та агрономії Луцького НТУ

Рецензент: _____ В. В. Федонюк, кандидат географічних наук, доцент кафедри екології та агрономії Луцького НТУ

Відповідальний за випуск: _____ В.В. Іванців, кандидат історичних наук, доцент, завідувач кафедри екології та агрономії Луцького НТУ

Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва:

Опорний конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Агрономія» галузі знань

Т 38 20 Аграрні науки і продовольство, спеціальності 201 Агрономія денної та заочної форм навчання / уклад., М. Б. Августинович. – Луцьк, Луцький НТУ, 2021,- 54 с.

У методичних вказівках представлені теми, питання для розгляду та вивчення курсу здобувачами денної та заочної форм навчання. Призначене для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Агрономія» галузі знань 20 Аграрні науки і продовольство, спеціальності 201 Агрономія

В методичних вказівках використано матеріали Петренкова В.П., Гопцій Т.І., Пузік Л.М. та ін., а також власні напрацювання.

© М.Б. Августинович, 2021

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИНИЦТВА.....	5
ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНОВОЇ МАСИ.....	8
ФІЗІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ В ЗЕРНОВИХ МАСАХ ПРИ ЗБЕРІГАННІ.....	11
ПІСЛЯЗБИРАЛЬНА ОБРОБКА ЗЕРНОВИХ МАС. ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА.....	17
ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА ТА НАСІННЯ В СУХОМУ СТАНІ.....	20
СПОСОБИ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНОВИХ МАС.....	26
АКТИВНЕ ВЕНТИЛЮВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАС.....	30
СУШІННЯ ЗЕРНА.....	33
ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА НА ХЛІБ.....	36
ВИРОБНИЦТВО ХЛІБА.....	44
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	50

ВСТУП

Навчальними планами закладів вищої освіти, що готують фахівців аграрного профілю, передбачено вивчення дисципліни “Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва”. У процесі вивчення дисципліни слід усвідомити поняття фізичних властивостей і фізіологічних процесів, що відбуваються в зерновій масі під час зберігання, необхідно ознайомитися з режимами та способами їх зберігання, правилами післязбиральної обробки і транспортування, які забезпечують товарну якість продукції. Запропоновані методичні рекомендації допоможуть в самостійному опрацюванні та виконанні індивідуальної роботи при вивченні курсу «Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва».

За наведеними тематиками висвітлюються питання щодо якості продукції рослинництва, компонентів її хімічного складу і ролі у збереженості. Розглядаються режими і способи зберігання зерна, біологічні основи лежкості, стійкості рослинної сировини, а також плодоовочевої продукції.

1. ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА

1. Характеристика галузей зберігання і переробки продукції рослинництва.
2. Історія розвитку галузі, курсу і науки.
3. Наукові основи принципів зберігання продукції рослинництва.

1. *Характеристика галузей зберігання і переробки продукції рослинництва.* Комплекс організаційних заходів щодо зберігання і переробки сільськогосподарської продукції ще донедавна забезпечувала єдина державна система заготівель. Зокрема, товарне зерно зосереджувалось виключно на державних хлібоприймальних пунктах, які постачали його великим підприємствам з виробництва борошна, крупів, пива, олії, комбікормів.

Останнім часом розширюється матеріально-технічна база з переробки зерна, насіння олійних культур, виробництва комбікормів, підприємств - безпосередніх виробників сільськогосподарської продукції. У цьому зв'язку постало питання про заготівлю продукції сільського господарств не в повному обсязі товарного виробництва, а в межах задоволення потреб державної торгівлі, галузей народного господарства, системи охорони здоров'я, утримання армії. Водночас вирішується питання встановлення таких закупівельних цін, які б забезпечили нормальне відтворення сільськогосподарського виробництва.

Хлібоприймальні підприємства здійснюють приймання і розміщення зерна, організують його сушіння, очищення, формують товарні партії для борошномельних, круп'яних та комбікормових підприємств. Дедалі більше практикуються обробка й тимчасове зберігання зерна сільських виробників, які, використовуючи матеріально-технічну базу хлібоприймальних підприємств, забезпечують збереження якості зерна і можливість його використання в міру потреби господарства. Хлібоприймальні підприємства мають виробничі цехи з обробки гібридного насіння кукурудзи, насіння злакових, зернобобових та інших культур, займаються заготівлею сіна і трав'яного борошна. Серед хлібоприймальних підприємств розрізняють

заготівельні (для продовольчого та насінного зерна), реалізаційні (приймають, зберігають і реалізують готові продукти переробки - борошно, крупи, комбікорми) та державних запасів (для тривалого зберігання зерна).

Найрозвиненішою є мережа заготівельних хлібоприймальних підприємств, які наближені до виробника зерна та насіння олійних культур (є майже в кожному районі). Борошномельні підприємства розміщені переважно у великих промислових центрах та містах, круп'яні - в місцях заготівлі круп'яного зерна (в центральних і південних областях), комбікормові - поблизу птахофабрик і тваринницьких комплексів.

2. *Історія розвитку галузі, курсу і науки.* За останні кілька десятиріччів років галузь зберігання і переробки продукції рослинництва пройшла складний шлях розвитку й вдосконалення. Місткість зерносховищ у дореволюційній Росії становила близько 4 млн. т, у тому числі елеваторна - до 1 млн. т. З 1924 р. почалось будівництво елеваторів, зерносховищ, місткість яких до 1932 р. збільшилась учетверо, а до 1941 р. - ще втричі. Було збудовано також багато сушарок, залізничних під'їзних шляхів та іншого обладнання. За роки війни в Україні було зруйновано близько половини зерносховищ, які до 1955 р. було відбудовано.

Багато сховищ було побудовано за 1971-1975 рр. У цей самий період почали використовувати нове обладнання - великовагові автомобілерозвантажувачі, ваги, зерножолоби, стаціонарні механізовані засоби завантаження й розвантаження зерна, високопродуктивну пересувну техніку, зерноочисні машини, лабораторне приладдя. Частка елеваторів у загальній кількості 34 сховищ підвищилась до третини, з'явилися газОВО-рециркуляційні високопродуктивні сушарки. За останні десятиріччя збудовано багато металічних елеваторів. У дореволюційній Росії серед галузей харчової промисловості провідне місце займала борошномельна промисловість. За останні десятиріччя було вбудовано багато великих товарних млинів та хлібо заводів. Водночас було втрачено дешеве кустарне виробництво борошна та хліба.

Нині в Україні відновлюється практика хлібопекарень невеликої продуктивності, що сприяє кращому забезпеченню населення свіжим хлібом, а також значному зниженню транспортних витрат на вивезення зерна і завезення борошна і хліба.

3. *Наукові основи принципів зберігання продукції рослинництва.* Вивчення способів ефективного зберігання певного виду рослинницької продукції чи груп близької зо особливостями продукції ґрунтується на досконалому знанні трьох однаково важливих складових:

1) об'єкта зберігання (хімічного складу, фізіології, фізичних властивостей, фізичних та фізіологічних властивостей їх сукупності, особливостей взаємодії з навколишнім середовищем);

2) факторів, які впливають на процеси, що відбуваються в продукції при зберіганні чи переробці;

3) наукових принципів, які покладено в основу зберігання певного виду продукції.

Принципи зберігання рослинницької продукції встановлені на основі глибокого вивчення фізіологічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, що відбуваються за певних умов і режимів. Ці принципи вперше класифікував Я.Я. Нікітінський, який в їх основу поклав стан (біоз, анабіоз, ценоанабіоз абіоз) головного компонента, тобто часткове чи повне гальмування біологічних процесів в об'єкті зберігання. Відомо, що рівень життєдіяльності живого організму зумовлюється певними параметрами середовища (температурою, відносною вологістю та газовим складом повітря тощо). Якщо ці параметри відповідають фізіологічним потребам організму, то забезпечується властивий для нього рівень життєдіяльності (біоз). Наприклад, у стані еубіозу (різновид біозу) зберігаються на майданчиках плоди й овочі, призначені для консервування, картопля для отримання крохмалю незадовго до надходження в цех переробки. Якщо продукція призначається для тривалого зберігання без фізіологічних розладів забезпечують чітко визначені умови зберігання для кожного об'єкта.

Так, бульби картоплі, коренеплоди, цибулю, зернові маси підвищеної вологості та більшість плодів зберігають у стані гемібіозу із зниженням до певних меж температури та об'єму кисню в атмосфері середовища. Тривалість зберігання у такому стані залежить від вмісту запасних поживних речовин, а також спадкових властивостей виду, сорту об'єкта зберігання. Якщо в процесі тривалого зберігання змінюється хімічний склад продукції, то незадовго перед використанням її вводять у режим повного біозу (еубіозу) для відновлення характерних для неї властивостей.

2. ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНОВОЇ МАСИ

1. Якість зернових культур
2. Вимоги до якості насіння і садивного матеріалу
3. Якість олійних культур

1. *Якість зернових культур.* До групи зернових і зернобобових культур, що вирощуються в нашій країні, відносяться; пшениця, жито, ячмінь, овес, кукурудза, рис, просо, гречка, сорго, горох, квасоля, сочевиця, вика, чина, нут, люпин, боби кормові. ГОСТ 27186 86 “Зерно, що заготовляється і поставляється. Терміни і визначення” встановлює, що зерно цих культур, що закуповується суб'єктами господарської діяльності через заготівельну систему – зерно, яке заготовлюється, а зерно, що направляється 35 заготівельною системою для продовольчих, кормових і технічних цілей – це те зерно, яке поставляється.

У галузі хлібопродуктів стандартизація розвивається у наступних напрямках:

1. подальше підвищення вимог до якості зерна і продукції, яка виробляється;
2. введення ознак і норм якості, що визначають технологічні властивості зерна і споживчу цінність продукції;
3. розробка вимог до якості зерна у вигляді класів, які базуються на обмеженому числі основних ознак, що визначають технологічні властивості

зерна (класи повинні передбачати можливість використання усього вироблюваного зерна, попередньо вирішувати його цільове призначення і бути пов'язаним з оплатою на зерно);

4. розширення асортименту продукції; збільшення випуску продукції високих сортів;

5. скорочення сортності круп'яної продукції і встановлення вимог до її якості на рівні вищих сортів;

6. вдосконалення методів випробувань якості зерна і продуктів його переробки;

7. дотримання принципів комплексної стандартизації, тобто взаємозв'язку стандартів на зерно, яке поставляється і заготовляється, продукцію, що виробляється і методи оцінки, їх якість;

8. подальший розвиток робіт з міжнародної стандартизації, розширення співпраці. Якість зерна визначається як сукупність властивостей зерна, що обумовлюють його придатність задовольняти певні потреби відповідно до призначення.

Стандарти на насіння і садивний матеріал встановлюють нормативи за якістю насіння, призначеного для посіву що пройшло очищення, сортування, калібрування та інші види обробки, методи аналізу якості насіння, правила приймання, пакування, маркування, зберігання і транспортування. Стандарти для багатьох зернових, зернобобових, олійних, овочевих, бавовника, картоплі та інших культур встановлюють вимоги до сортових і посівних якостей насіння. До ряду культур (цукровий буряк, льон-довгунець, коноплі, кенаф та ін.) пред'являються вимоги тільки до посівних якостей насіння.

Стандарти пред'являють високі вимоги до сортової чистоти. Так, насіння першої і подальших репродукцій поділяють на три категорії. Насіння зернових, зернобобових та інших культур відносять до першої, другої або третьої категорій, якщо їх сортова чистота складає відповідно не менше за 99,5, 98 і 95 %. Сортова чистота, для насіння еліти більшості зернових і зернобобових культур становить 99,7 %, проса не менше – за 99,8 %; насіння

елітних сортів і ліній сорго – не менше за 99, а суперелітних сортів і ліній сорго – не менше 100%. Насінневу картоплю залежно від сортової чистоти посівів, з якої вона отримана, і наявності в посівах рослин, уражених хворобами, поділяють на три категорії. У посівах ракостійких сортів картоплі не допускається наявність рослин неракостійких сортів.

Насіння бавовнику за сортовою чистотою на категорії не поділяють. Вимоги за цим показником встановлено залежно від репродукції насіння. Так, сортова чистота насіння еліти і посімейних зборів повинна бути не менше за 100 %, I репродукція - не менше за 99 %, II - не менше за 98 і III репродукція - не менше за 96 %. 36 З.

Олійні культури. До олійних культур, що вирощуються в нашій країні, насіння яких використовується для промислової переробки, належать: соняшник, рицина, гірчиця, льон олійний, мак олійний, рижій, сафлор, рапс, перилла, ляллеманція, кунжут та ін. Для отримання олії промисловість переробляє багато насіння інших культур: льону-довгунця, конопель, кенафу, бавовнику, сої, арахісу. Одним з основних показників якості насіння, що визначають якість олії, яка виробляється з нього, є кислотне число, що показує, яка кількість їдкого калію в міліграмах йде на нейтралізацію жирних кислот, що містяться в 1 г олії. Чим кислотне число нижче, тим вище якість олії. Відповідно до діючого стандарту на олію соняшникову до вищого сорту належить олія з кислотністю до 1,5 мг КОН. При кислотності понад 2,25 мг КОН олія є непридатною для харчування без попереднього рафінування (нейтралізація кислотності), а при 6 мг КОН і більше її можна використовувати тільки на технічні цілі.

Висока кислотність олії в насінні значно збільшує його втрати при промисловій переробці, витрати на отримання готової продукції, знижує рентабельність роботи олійних заводів. Кислотне число олії зростає внаслідок самозігрівання несвоєчасно просушеного свіжезібраного насіння з підвищеною вогкістю і підвищеним вмістом смітної і олійної домішок. Кислотне число значно підвищується при недотриманні необхідних умов

зберігання насіння не тільки на току в господарствах, але і на хлібоприймальних підприємствах через своєчасну сушку і очищення, при порушенні правил складування і зберігання. Насіння, що заготовляється з кислотним числом 4,1 мг КОН і більше, а також те, що поставляється з кислотним числом 5,1 мг КОН і більше належить до некласифікованого і виробляють з нього олію, що використовується тільки на технічні цілі.

Нині є стандарти загальних технічних умов встановлені для насіння арахісу, гірчиці, рицини, конопель, кунжуту, льону-довгунця, льону олійного, маку олійного, соняшника, рапсу, рижка, софлори, сої, суріпиці, бавовнику. Стандарти на насіння всіх олійних культур встановлюють базисні норми за щільністю, вмістом смітної і олійної домішок, зараженості шкідниками, відповідно до яких проводять розрахунок і для насіння, що поставляється для промислової переробки, що заготовляється. За цими нормами визначають масу насіння в партії, яка підлягає заліку в рахунок виконання встановлених планів закупівлі.

3. ФІЗІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ В ЗЕРНОВИХ МАСАХ ПРИ ЗБЕРІГАННІ.

1. Склад зернової маси і характеристика її компонентів.
2. Фізичні властивості зернових мас.
3. Фізіологічні процеси, які відбуваються у зернових масах при зберіганні.
4. Самозігрівання зернових мас.

1. *Склад зернової маси і характеристика її компонентів.* Термін “зернова маса” слід розуміти як технічний, прийнятий для зерна та насіння будь-якої родини або роду, що використовується людиною на різноманітні цілі. Вивчення властивостей зернових мас різних культур показало, що в принципі кожна зернова маса складається з одних і тих самих компонентів і характеризується однотипними властивостями. Зернова маса - це сукупність взаємозв’язаних компонентів - зерна основної культури, домішок, мікроорганізмів, комах та повітря міжзернових проміжків. В іншому

розумінні зернова маса - це штучно створена людиною екологічна система, в якій тісно взаємодіють 37 живі організми й неживе зовнішнє середовище. Найбільший вміст у зерновій масі зерна основної культури - від 60 до 95%.

У зерновій масі крім зерна основної культури є домішки насіння інших культурних рослин і бур'янів, органічні та мінеральні домішки, зерна, пошкоджені шкідниками хлібних запасів тощо. Кількість цих домішок та їх якісний склад залежать від рівня агротехніки, способів і організації збирання врожаю. Наявність домішок не тільки знижує цінність зерна, а й посилює неоднорідність зернової маси, збільшує її об'єм. Це вимагає додаткових витрат, зокрема на затарювання й перевезення зернових мас.

Крім того, наявність домішок у свіжозібраних зернових масах різко впливає на їх збереженість. Це зумовлено тим, що насіння бур'янів, як правило, має підвищену вологість, що, в свою чергу, підвищує вологість зерна. При цьому посилюються процеси дихання насіння, створюється сприятливе середовище для розвитку мікроорганізмів. Складна і різноманітна конфігурація зерен і домішок призводить до того, що вони, розміщуючись у місткостях, утворюють порожнини, заповнені повітрям. Воно істотно впливає на всі компоненти зернової маси, змінюється само і може істотно відрізнитись від повітря навколишнього середовища.

2. Фізичні властивості зернових мас. Зернові маси мають певні фізичні властивості – сипкість, самосортування, шпаруватість, здатність до сорбції та десорбції різних парів і газів (сорбційна ємність), тепло-, температуро- і термовологопровідність, теплоємність. Знання і врахування фізичних властивостей зернових мас набувають особливого значення у зв'язку з механізацією й автоматизацією процесів обробки зерна в потоці, впровадженням нових способів сушіння, застосуванням пневматичного транспорту та зберіганням значних партій зерна у великих сховищах (силосах сучасних елеваторів, металевих бункерах, складах).

Сипкість – це здатність зерна і зернової маси переміщуватися по поверхні, розміщеній під певним кутом до горизонту. Сипкість зернових мас

має велике практичне значення. Правильно використовуючи цю властивість і застосовуючи відповідні пристрої та механізми, можна повністю уникнути затрат ручної праці при переміщенні зернових мас норіями, конвеєрами і пневмотранспортними установками, самопливом, завантажуванні в різні за розмірами і формою транспортні засоби (автомашини, вагони, судна) та сховища (засіки, склади, траншеї, силоси елеваторів).

Сипкість зернової маси характеризується кутом тертя або кутом природного нахилу. Кут тертя – найменший кут, при якому зернова маса розпочинає скочуватись по якійнебудь поверхні. Кут природного нахилу, або кут скочування – найменший кут при якому зерно починає ковзати по зерну. Для вівса він може бути 31-540 , для ячменю 28-450 , для пшениці 23-280 , для проса 20-270 .

Самосортування – це властивість зернової маси втрачати свою однорідність під час переміщення і вільного падіння. Ця властивість зумовлюється сипкістю зернової маси і неоднорідністю твердих часточок, що входять до її складу. Самосортування зернової маси відбувається при її переміщенні й струшуванні, завантажуванні та розвантажуванні сховищ і силосів елеваторів. Самосортування зернової маси під час його зберігання – явище негативне. Порушення однорідності партії зерна в сховищі перешкоджає правильному його оцінюванні як у силосі, так і при розвантажуванні з нього, спричинює розвиток негативних фізіологічних і мікробіологічних процесів у тих місцях насипу, де зосереджені компоненти з підвищеною життєдіяльністю. Все це призводить до самозігрівання зернових мас.

Шпаруватість зернової маси – це наявність проміжків, заповнених повітрям, між її твердими часточками. Характер фізіологічних і мікробіологічних процесів у зерновій масі залежить від кількості і складу повітря в міжзернових просторах. Шпаруватість зернових мас сприяє передачі теплоти конвекцією, переміщенню вологи через зернову масу у

вигляді пари. Через міжзернові простори здійснюються сушіння, активне вентилявання і газація зерна.

Сорбційні властивості – це здатність поглинати (сорбувати) з навколишнього середовища пару, запахи різних речовин і газів, а також виділяти (десорбувати) їх. У зернових масах спостерігаються такі сорбційні явища, як адсорбція, капілярна конденсація і хемосорбція. Сумарний результат адсорбції, абсорбції, капілярної конденсації, хемосорбції називають сорбцією, а ступінь здатності зернової маси поглинати пару і газів за різних умов – сорбційною ємністю. Сорбційні властивості зернової маси мають велике значення при її обробці і зберіганні. Вологість і запах зернової маси, що зберігається або обробляється, найчастіше змінюються внаслідок сорбції або десорбції газів або пари води. Раціональні режими сушіння, активного вентилявання, газації і дегазації зерна при знезаражуванні встановлюють з обов'язковим урахуванням його сорбційних властивостей.

3. *Фізіологічні процеси, які відбуваються у зернових масах при зберіганні.* Зернова маса є складною біологічною системою – сукупністю живих організмів з приблизно однаковими умовами життя. Процеси, які відбуваються в зерновій масі в результаті життєдіяльності її компонентів (зерна, насіння культурних рослин та насіння бур'янів, мікроорганізмів, комах, кліщів), називають фізіологічними. Життєдіяльність зернової маси під час зберігання виявляється у вигляді дихання, післязбирального дозрівання, проростання. Ці процеси мають велике практичне значення, оскільки вміння регулювати їх дає змогу зберегти зерно і скоротити втрати сухих речовин. Під час зберігання зернових мас передусім виникає питання про строки зберігання.

Численні спостереження дають відповідь, протягом якого часу і для яких потреб можна і доцільно зберігати партії зерна різних культур. Період, протягом якого зерно і насіння зберігають свої споживчі якості (посівні, технологічні, продовольчі), називають довговічністю. Розрізняють довговічність біологічну, господарську і технологічну. Біологічна

довговічність зерна і насіння означає проміжок часу, протягом якого в партії або зразку зберігаються здатні до проростання хоча б одиничні насінини. Більше значення для практики має господарська довговічність зерна і насіння, тобто період зберігання, протягом якого їх схожість залишається кондиційною і відповідає вимогам державного нормування.

Технологічна довговічність – це строк зберігання товарних партій зерна, протягом якого вони не втрачають своїх якостей для використання на харчові, фуражні або технічні потреби. Технологічні властивості зерна зберігаються довше, ніж насінні. Більшість насіння сільськогосподарських рослин належать до групи мезобіотиків, тобто не втрачає схожість при сприятливих умовах зберігання протягом 5-10 років. Проте високу схожість партії насіння зберігають найчастіше протягом 3-5 років.

4. *Самозігрівання зернових мас.* Самозігрівання зернової маси – це підвищення її температури внаслідок фізіологічних процесів, які відбуваються в ній, та незадовільної теплопровідності. Це явище може виникнути в зерні при зберіганні на токах, в зерноскладах, при транспортуванні у вагонах або судах. Фізіологічною основою самозігрівання є дихання всіх живих компонентів зернової маси, яке призводить до значного виділення теплоти, а фізичною – погана її теплопровідність. Як наслідок утворення теплоти в тій чи іншій ділянці зернового насипу перевищує віддачу його в навколишнє середовище, тобто викликає самозігрівання.

Самозігрівання, що почалося в зернової масі, не припиняється мимовільно до повного закінчення цього процесу. Природний процес самозігрівання зерна закінчується тільки тоді, коли температура підвищується до таких меж, які не витримують живі компоненти зернової маси і гинуть. Тому, якщо не призупинити процес самозігрівання зернової маси, то він закінчується повною втратою посівних, продовольчих, фуражних і технічних якостей зерна. Гранична температура зернової маси при самозігріванні – 55-65°C.

Процес самозигрівання свіжозібраного зерна відбувається досить інтенсивно і максимальна температурна досягається через 2-4 доби. Утворення і нагромадження теплоти в зерновій масі відбуваються внаслідок таких обставин: інтенсивного дихання зерна основної культури та зерен і насінин, які входять до складу домішок; активного розвитку мікроорганізмів; інтенсивної життєдіяльності комах і кліщів. Залежно від стану зернової маси та умов зберігання самозигрівання може виникнути в різних її частинах. У практиці зберігання зерна самозигрівання буває гніздове, шарове, суцільне. Гніздове самозигрівання виникає в будь-якій частині зернової маси внаслідок однієї з таких причин:

- 1) зволоження зернової маси при протіканні дахів або недостатній гідроізоляції стін сховищ;
- 2) засипання в одне сховище або засік зерна різної вологості, внаслідок чого створюються осередки (гнізда) з підвищеною вологістю;
- 3) утворення в зерновій масі ділянок з підвищеним вмістом домішок і пилу;
- 4) скупчення комах і кліщів в одній ділянці насипу.

Отже, гніздове самозигрівання зерна виникає тільки при порушенні основних правил розміщення і догляду за ним.

Шарове самозигрівання виникає в зерновій масі при зберіганні її в силосах, сховищах, бунтах. Воно називається так тому, що шар зерна, який гріється, виникає в насипу зерна у вигляді горизонтального або вертикального пласта. Самозигрівання може виникнути у нижньому (низове самозигрівання) або у верхньому (верхове самозигрівання) шарі насипу, біля стін зерносховища (вертикально-пластове).

Основною причиною шарового самозигрівання є фізична властивість зернової маси – термовологопровідність, тобто переміщення вологи в зерновій масі в напрямку потоку теплоти, що зумовлюється перепадом температур.

4. ПІСЛЯЗБИРАЛЬНА ОБРОБКА ЗЕРНОВИХ МАС.

ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА

1. Технологія підготовки зернових мас до тривалого зберігання.

2. Очищення зерна.

Для забезпечення стійкого зберігання зерна і зменшення втрат його (як кількості, так і якості) проводять певну технологічну підготовку зернових мас до тривалого зберігання. Воно полягає в підготовці току і сховищ до приймання зерна нового врожаю, правильного визначення якості зерна, яке надходить з поля від комбайнів, організації очищення, сушіння чи охолодження, організації хімічного консервування (при потребі) та боротьбі з шкідниками і хворобами, контролі за якістю проведення технологічних процесів та зберігання.

Матеріально-технічна база, яка необхідна для доброякісного проведення післязбиральної обробки зернової маси, складається з току, сховищу, автоваг, комплексу машин для очищення, сушіння та активного вентилявання, ремонтної майстерні, службових приміщень, протипожежних засобів тощо. До початку надходження на зерноочисний пункт зернових мас проводять зачищення складів, ремонт техніки, профілактичні заходи боротьби з комірними шкідниками, перевіряють наявність тріщин в дошках засіків, підлозі та стінах. Тік повинен мати як закрити, так і відкрити частини. Останню влаштовують з нахилом 5-8° для забезпечення стоку дощової води. Величину її розраховують залежно від кількості зернової маси, що надійде на тік (на 1 т зерна потрібно 1-1,5 м² току).

Автоваги встановлюють 40 на підвищеному місці, використовуючи ватерпас. Протипожежні засоби розміщують у зручному для використання місці. До початку надходження зерна на тік призначають вагарів та завтоком, який організовує приймання, післязбиральну обробку, формування партій зерна для продажу, проведення якісного та кількісного обліку зернових мас. Уся територія зерноочисного пункту для післязбиральної обробки повинна бути очищена від бур'янів, знаходитися на певній відстані від відкритих

водоймищ, мати закриті місткості для зберігання смітних домішок. Розраховують також потребу в щитахбуртоутворювачах, брезенті, синтетичній плівці, тарі та інших матеріальних засобах.

Попередньо планують розміщення партій продовольчого та насінного зерна різних за вологістю і засміченістю, а також цінного продовольчого та насінного зерна за сортами і репродукціями. Для визначення режиму післязбиральної обробки зернової маси кожену партію її при надходженні на тік аналізують за вологістю, смітністю та наявністю зернових домішок із встановленням якості та параметрів кожного елемента. На основі цього аналізу роблять висновок про потребу в сушінні, тимчасовому консервуванні, використанні певного набору робочих органів, який би дав змогу розділити компоненти зернової маси (зерно основне, дрібне, бите, смітні домішки сирі, легкі, мінеральні, зерна культурних рослин) і т.д.

Такий аналіз потрібний для того, щоб налагодити зерноочисну машину так, щоб за один пропуск отримати зерно потрібної якості, що сприяє зниженню його травмування від кількарязового пропуску через зерноочисні машини і знижує витрати праці та електроенергії при післязбиральній обробці.

2. *Очищення зерна.* Первинне очищення (очищення вороху) повинно забезпечити повне видалення великих та дрібних домішок, а разом з ними й значної частини мікрофлори, особливо якщо домішки більш вологі, ніж основне зерно, забезпечити нормальний процес сушіння (шахтні сушарки не працюють, якщо зерно засмічене). У практиці сільськогосподарського виробництва застосовують кілька технологій післязбиральної обробки зерна, вибір якої залежить від кількості техніки, рівня оснащення машин та кваліфікації кадрів, які організують післязбиральну обробку зерна. Як правило, на практиці застосовують дві технології обробки зерна. Перша технологія – це коли машини (особливо старі, що мають низьку продуктивність) використовують окремо, в результаті чого зерно перекидається багато разів і потрібна велика кількість обслуговуючого

персоналу. При цьому зерно під час зберігання між окремими обробками за відсутності недостатнього контролю втрачає якість, стає нестійким при подальшому зберіганні. Як результат – близько 50% витрат на виробництво кожного центнера зерна становлять роботи після збиральної обробки. Друга технологія – це поточна, де за один пропуск виконуються всі операції для доведення зерна до потрібної кондиції.

Залежно від зони зерноочисні лінії комплектують або не комплектують сушарками (відповідно Полісся і Степ). Для очищення зерна за будь-якою технологією потрібно проводити контроль за дотриманням проведення таких робіт: попередній аналіз зерна та регулювання всіх робочих органів машин; встановлення машин за допомогою ватерпаса (вздовж і впоперек); перевірка відсутності вібрації; встановлення захисних огорож та заземлення; правильність регулювання подачі зернової маси (для більш засміченої подача менша), завантаження решіт (на початку решета Б1 шар крупнонасінного зерна повинен бути завтовшки 6-10 мм, дрібнонасінного – 3-6 мм, а наприкінці цього решета – вдвічі менше; решето Б2 має бути покрите насінням основної культури на 75-80%).

Очищення зерна та насіння ґрунтується на використанні їх технологічних властивостей: аеродинамічних, стану чи форми поверхні, геометричних розмірів (довжини, 41 товщини та ширини зерна), густини, кольору та ін. Процеси розділення компонентів зернової маси в зерноочисних машинах, як правило, відбуваються послідовно, паралельно чи комбіновано. Компоненти, що відрізняються за аеродинамічними властивостями (парусністю), виділяють за допомогою повітряного потоку – горизонтального (машині первинного очищення) чи вертикального (в насіннеочисних колонках, на сортувальних столах та ін.).

Для нормальної роботи зерноочисних машин регулюють силу потоку повітря, періодично очищають фільтри та пилозбірники. При обробці вологого зерновороху швидкість повітряного потоку збільшують. Вертикальна подача потоку повітря застосовується у пневматичних

сортувальних гірках, де воно надходить знизу під металеву сітку і розділяє зернову масу за густиною та коефіцієнтом тертя. Пневматичні сортувальні столи розділяють зернову масу, яка пройшла первинну обробку, на чотири фракції. Із пшениці, ячменю, гречки та вівса на пневматичних сортувальних столах можна видалити дику редьку та інші важко– відділювані домішки.

Різна густина, розмір, форма компонентів приводять до їх розшарування у зерновій масі: нижній шар – це часточки з великою густиною, мають значний ступінь зчеплення з робочою поверхнею деки і під дією сил тертя переміщуються у напрямку коливань деки. Верхній шар зернової маси, навпаки, переміщується у бік опушеного краю деки під дією власної маси. Однак між нижнім та верхнім шарами може ще бути 2-4 окремі фракції. Домішки із зернової маси, які відрізняються від основного зерна за геометричними розмірами, виділяють на решетах. Наприклад, насіння жита та пирію мало відрізняється за шириною і значно за товщиною, тому його розділяють на ситах з продовгуватими отворами. Крім того, частоту коливання решітного стану збільшують при високій вологості та малій сипкості зернової маси.

5. ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА ТА НАСІННЯ В СУХОМУ СТАНІ

1. Зберігання зерна і насіння в сухому стані.
2. Зберігання зернових мас в охолодженому стані
3. Зберігання зернових мас без доступу повітря
4. Хімічне консервування зернових мас.

Вивчення властивостей зернових мас і вплив на них умов навколишнього середовища показали, що інтенсивність усіх фізіологічних процесів залежить від одних і тих самих факторів, найважливішими серед яких є: вологість зернової маси і навколишнього середовища; температура зернової маси та оточуючих її об'єктів; доступ повітря до зернової маси. На регулюванні параметрів цих факторів і ґрунтуються три режими зберігання зернових мас:

- 1) у сухому стані, тобто з вологістю, близькою до критичної;
- 2) в охолодженому стані, тобто за таких умов, коли температура їх знижена до таких меж, які значно гальмують життєві функції компонентів зернової маси;
- 3) без доступу повітря. Перспективу має також хімічне консервування зернових мас обробкою їх деякими органічними кислотами, від яких гинуть усі живі компоненти зернової маси і таким чином захищають її від біологічного псування.

Вибір режиму зберігання визначається рядом умов, серед яких треба враховувати кліматичні умови місцевості, де розташоване господарство, типи зерносховищ і їхню місткість, технічні можливості, які має господарство для приведення партій зерна до стійкого для зберігання стану, цільове призначення партій зерна, якість партій зерна, економічну доцільність застосування того або іншого режиму. Найкращі результати бувають при комплексному використанні режимів, наприклад зберігання сухої зернової маси при низьких температурах з використанням для охолодження холодного сухого повітря під час природних перепадів температур.

1. *Зберігання зерна і насіння в сухому стані.* Сухими вважають зерно і насіння, які не мають вільної вологи, а в них міститься тільки зв'язана волога, що малодоступна для активної життєдіяльності як насіння, так і мікроорганізмів. Тому цей режим зберігання ґрунтується на принципі ксероанабіозу, тобто усуненні дії на сухе зерно основного фактора псування при зберіганні – мікроорганізмів. Режим зберігання в сухому стані – основний захід підтримання високої життєздатності насіння в партіях посівного матеріалу всіх культур та якості зерна продовольчого призначення протягом усього строку зберігання. Зерно пшениці, жита, ячменю, вівса вважають сухими, якщо воно містить не більше 14% вологи. У зв'язку з тим що в зерні при тривалому зберіганні може дещо підвищуватися вміст вологи в результаті сорбції з повітря, найкраща стійкість його забезпечується при вологості 12-13%.

Отже, оптимальна норма вологості для тривалого зберігання виробничих партій насіння повинна бути на 1-2% нижче за граничне значення критичної вологості. Граничний рівень вологості, який характеризує стан сухого зерна та насіння, у різних культур неоднаковий і залежить від хімічного складу. Чим більше насіння містить жиру, тим швидше у ньому з'являється вільна волога, а значить, тим менша вологість (6-8%) може забезпечити надійну збереженість. Сухе насіння, як правило, зберігають насипом заввишки 10-12 м. Тому в сучасних насіннесховищах насіння завантажують на максимальну висоту, яка допустима згідно з технічними умовами експлуатації.

При складуванні насіння високим насипом забезпечується краще використання сховища та створюються сприятливі умови для збереженості якості насіння, оскільки їх температура та вологість зазнають менше різких коливань, ніж зерновий насип невеликої висоти. Навіть у найнесприятливіших за кліматичними умовами районах сухе зерно і насіння при розміщенні в спеціальних сховищах високим насипом через один-два роки зберігання залишаються, як правило, сухими. За цей час тільки в невеликому верхньому шарі насипу завтовшки 10-15 см можливі значні зміни вологості насіння. Тому чим вищий насип зерна, тим відносно менша його частина піддається зволоженню при зберіганні.

2. Зберігання зернових мас в охолодженому стані. Охолодження, як і зниження вологості, різко гальмує інтенсивність усіх біологічних процесів у зерновій масі, пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів, може призвести до загибелі великої частини комах. Для охолодження зерна або насіння використовують природне атмосферне повітря – дешеве джерело холоду, досягаючи при цьому повного консервування маси на весь період зберігання. Зниження температури на кожні 5°C приблизно вдвічі збільшує тривалість стійкого зберігання зерна.

Отже, зниження температури навіть у невеликих межах корисне для зберігання зерна, однак надійне консервування забезпечується тільки за

достатньо ефективного охолодження. Зернові маси вважаються в охолоджену стані першого ступеня, якщо температура всіх шарів насипу нижче 10°C, другого ступеня – якщо температура нижче 0°C. Найсприятливішою для зберігання насіння є температура 0-5°C.

Насіння охолоджувати до низької мінусової температури не рекомендується, оскільки в партіях насіння з підвищеною вологістю спостерігається зниження схожості. Температура -10...-20°C згубно діє на насіння злакових при вологості понад 18-20%. Крім того, при значному охолодженні зернових мас (до -20°C і нижче) створюються умови для великого перепаду температур у весняний період, що призводить до самозігрівання у верхньому шарі насипу.

Для охолодження зерна використовують не тільки атмосферне повітря, а й штучно охолоджене за допомогою холодильних установок. Застосування штучного холоду дає змогу швидко охолодити партії зерна і насіння, запобігти втратам, які виникають внаслідок активного розвитку мікроорганізмів і комах. Штучне охолодження доцільно застосовувати для зерна рису, насіння соняшнику та овочевих культур.

Основне призначення режиму зберігання зерна в охолоджену стані – тимчасове консервування вологого і сирого зерна на току на певний період (до початку сушіння). Це найважливіший захід для запобігання псування зерна і насіння в перший період їх зберігання на току. Охолоджувати доцільно сухе зерно, тому що підвищується стійкість до факторів псування, різко знижується небезпека пошкодження комахами-шкідниками. Сухе й охолоджене зерно та насіння зберігаються найдовше. Режим зберігання в охолоджену стані порівняно із стаціонарним зберіганням сухого зерна є допоміжним. Його менша надійність зумовлюється тим, що в охолодженій зерновій масі значно швидше прогриваються до безпечного рівня периферійні шари насипу під впливом підвищеної температури зовнішнього повітря, підлоги і стін сховища. В таких випадках необхідна повторна обробка, хоча цього потребує лише невелика частина зернового насипу. В початковий

період зберігання свіжозібраного зерна консервування охолодженням ,є основним технологічним заходом його захисту від псування. Способи охолодження зернових мас атмосферним повітрям поділяють на дві групи: пасивні й активні.

3. *Зберігання зернових мас без доступу повітря.* Відсутність кисню в міжзернових просторах і над зерною масою значно зменшує інтенсивність її дихання, в результаті чого зерно основної культури та інші живі компоненти переходять на анаеробне дихання і поступово гинуть. За відсутності кисню не можуть розвиватися шкідливі для зерна мікроорганізми та комахи. В результаті анаеробного дихання зерна виділення теплоти зменшується майже в 30 разів і таким чином виключається розвиток процесу самозігрівання. У зв'язку з тим що за таких умов втрачається життєздатність сирого зерна, даний режим зберігання використовують переважно для зерна фуражного призначення. Ця технологія зберігання забезпечує консервування зерна з будь-якою вихідною вологістю і завдяки цьому можна починати збиральні роботи приблизно на тиждень раніше загальноприйнятих строків.

На зберігання зерно можна направляти без проведення післязбиральної обробки. У безкисневому середовищі з вологістю зернової маси до критичної добре зберігаються всі її технологічні і фуражні якості. З підвищенням вологості продовольчі і фуражні якості зерна дещо знижуються: темніють оболонки, з'являється спиртовий і кислий запах, збільшується кислотне число олії. Тому зберігати партії посівного матеріалу без доступу повітря можна тільки при вологості, значно нижчій за критичну, інакше можлива часткова або повна втрата схожості.

Обов'язковою умовою надійного консервування зерна при такому режимі зберігання є забезпечення достатньо повної герметизації сховищ. Якщо в повітрі міжзернових просторів вміст кисню перевищує 0,5%, можливий розвиток плісневих грибів та псування зерна. При використанні зерна цільового призначення в результаті розгерметизації і прямого контакту з киснем повітря починають інтенсивно розвиватися мікроорганізми, здатні

визвати прискорене псування зерна. Для зменшення небезпеки псування зерна в цей період його закладають на зберігання невеликими партіями.

4. *Хімічне консервування зернових мас.* Хімічне консервування – це вплив на зернову масу або окремі компоненти її різних хімічних речовин, що приводить зерно в стан анабіозу або абіозу. Основний принцип обробки хімічними речовинами зводиться до призупинення всіх біологічних змін, включаючи часткове гальмування дихальних функцій зерна та життєдіяльності мікроорганізмів – грибів, бактерій, дріжджів. Для досягнення такого ефекту хімічний препарат повинен мати інгібувальні властивості і ним повинна бути оброблена вся зернова маса.

У практиці сільського господарства застосовують такі види хімічного захисту зерна і насіння:

- 1) завчасне протруювання;
- 2) консервація фуражного зерна з підвищеною вологістю.

Застосування завчасного протруювання дає змогу захистити насіння від розвитку фітопатогенної мікрофлори (різних видів сажки, гельмінтоспоровів, фузаріозів тощо), від пліснявіння і розвитку субепідермальної мікрофлори, а також кліщів і комах. Значно поширене хімічне консервування вологого зерна, призначеного на фуражні цілі. Для цієї мети як консервуючі засоби було використано багато хімічних речовин.

Останнім часом як консервант використовують жирні кислоти, в тому числі оцтову, мурашину та пропіонову, а також суміші цих кислот. Найефективнішою є пропіонова кислота. З 1968 р. її почали використовувати в сільськогосподарському виробництві для зберігання вологого фуражного зерна. Норма витрат пропіонової кислоти 0,6-2,0%. Чим вища вологість зернової маси, тим більше необхідно використати пропіонової кислоти. Для консервування зерна вологістю 20 і 25% пропіонової кислоти треба відповідно 10 і 13 кг, або 1,0 і 1,3%, Зерно консервують, обприскуючи його під час завантаження у сховище.

6. СПОСОБИ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНОВИХ МАС.

1. Способи зберігання зернових мас та основні вимоги до конструкцій зерносховищ
2. Основні типи зерносховищ
3. Особливості зберігання зерна окремих культур
4. Підготовка зерносховищ до приймання зерна нового врожаю
5. Кількісно-якісний облік зерна під час зберігання

1. Способи зберігання зернових мас. Способи зберігання зернових мас ґрунтуються переважно на їх фізичних і фізіологічних властивостях. Зберігати всі партії зерна, особливо насіння, слід у спеціальних сховищах. Насіннесховища класифікують за багатьма ознаками, найбільш характерними серед яких є: період зберігання (для тимчасового або тривалого); конструкційні особливості (навіси, склади, елеватори і т.д.); види операцій, які в них проводяться (тільки зберігання чи зберігання та обробка); ступінь механізації (механізовані, напівмеханізовані, немеханізовані); наявність і тип установок для активного вентилявання насіння (канальна, підлогова, переносна та ін.).

Зберігання зерна буває тимчасовим або довгостроковим. Тимчасове зберігання триває від кількох діб до одного - трьох місяців, довгострокове – від кількох місяців до кількох років. Як тимчасове, так і довгострокове зберігання зернових мас повинно бути організоване так, щоб не було втрат маси (за винятком біологічних) та втрат якості. Зернові маси зберігають насипом або в тарі. Перший спосіб є основним і найбільш поширеним. Переваги цього способу такі: повніше використовуються площа і об'єм зерносховища; більше можливостей для механізованого переміщення зернових мас; полегшується боротьба із шкідниками хлібних продуктів; зручніше організовувати контроль за всіма прийнятими показниками; зменшуються витрати на тару і перекладання продуктів.

У період збирання зернових культур виникає потреба в організації тимчасового зберігання зерна на токах (в буртах) або на відкритих

майданчиках хлібоприймальних підприємств (в бунтах). Бунт – це партії зерна, які складені з урахуванням певних правил за межами сховищ, тобто під відкритим небом, в насипі або тарі. При зберіганні зернових мас у бунтах насипом останнім надають форму конуса, піраміди, призми або іншої фігури, що дає змогу легше накривати бунти та забезпечувати стікання атмосферних опадів. Однак при зберіганні зерна в бунті важко вести спостереження за станом зернової маси у внутрішніх його частинах, тому самозігрівання і розвиток шкідників не завжди можна своєчасно виявити. Штучне дощування відкритих бунтів показало, якщо насип пшениці в бунті укласти під кутом природного нахилу, то проникнення вологи після зливи досягає 11-13 см.

2. *Основні типи зерносховищ.* Сучасне сховище для зерна і насіння – складна інженерна будова. Зерносховища будують за типовими проектами, які розробляють спеціалізовані проектні організації з урахуванням досягнень науки і передового досвіду. Більшість сучасних типових проектів зерносховищ має стаціонарні засоби механізації для проведення завантажувально-розвантажувальних і транспортних робіт, установки для активного вентилявання природним і штучно охолодженим повітрям, а також аерожолоби. У проектах насіннесховищ передбачають робочі споруди для приймання насіння з відділенням протруювання і затарювання, автоматичні ваги та ін.

В Україні існують такі основні типи зерносховищ: елеватори та одноповерхові приміщення з горизонтальними або похилими підлогами. Старі склади (за деяким винятком) мають малу місткість (50, 100, 165, 300 т), в багатьох з них відсутня механізація. Сучасні склади будують за проектами, які передбачають завантаження зерна конвеєрами, використання принципу самопливу зерна і т.д. Місткість їх становить 500, 1000, 1300, 1500, 2000, 2300, 3600, 5000 т. Типове насіннесховище місткістю 500 т (типовий проект 08-106) будують з цегли, каменю або дерева. Воно має 21 засік загальною місткістю 475 т для розміщення партій насіння насипом і майданчик для

укладання насіння в мішках загальною масою до 25 т. Засіки збирають із щитів, які виготовлені з підігнаних сухих дощок.

Для попередження нерівномірного обігрівання або охолодження насіння стіни засіка розміщені паралельно зовнішній стіні складу віддалені від неї на 0,5 м. Вікна зсередини обтягнуті металевою сіткою для захисту від птахів, а двері знизу оббиті сталевими смугами на висоту 0,5 м для захисту від гризунів. Очищене і висушене насіння, яке надходить на зберігання, доставляють автомашинами і висипають у бункер конвеєра, який завантажує матеріал у відповідний засік до висоти 2,3 м. Насіння, яке зберігається в тарі, вкладають у штабель заввишки 6-8 мішків на решітчасті піддони. Насіннесховище місткістю 1300 і 2300 т з відділенням протруювання і затарювання – це одноповерхова будівля секційного типу (рис.).

Основну масу насіння розміщують у засіках по 125 т при висоті насипу 2,5 м. Кожна секція насіннесховища розрахована на 500 т насіння. Торцеву частину насіннесховища використовують для роздільного складування протруєного і непротруєного насіння в мішках штабелями на піддонах (усього на 300 т). Крім складів сховище має відділення приймання, протруювання і тарування насіння, які розміщені у двоповерховій будівлі, що прибудована до торця складу. Насіннесховище є складовою частиною зерноочисно-сушильних комплексів. Воно призначене для тимчасового зберігання попередньо очищеного сухого або вологого (до 22 %) насіння в режимі активного вентилявання природним або штучно охолодженим повітрям, тривалого зберігання сухого та очищеного насіння зернових, бобових, круп'яних і олійних культур, для протруювання, тарування в мішки та тимчасового зберігання насіння в тарі.

3. Особливості зберігання зерна окремих культур. До особливостей, які впливають на стійкість зберігання качанів кукурудзи, відносять співвідношення маси зерна і стержня, зародка і решти частини зернівки, гігроскопічні властивості стержня, обгорток, ниток і квіткових оболонки, а

також шпаруватість і теплопровідність насипу кукурудзи. Стержень і зародок відрізняються підвищеною гігроскопічністю.

В умовах однакової вологості і температури зерно кукурудзи дихає енергійніше, ніж зерно інших злаків. Це пояснюється підвищеною гігроскопічністю зерен кукурудзи в результаті сильно розвиненого зародка, який становить 8-15 % маси зерна, або 1/9 об'єму. 46 Тому плісеневі гриби швидко розвиваються на качанах при вологості більше 16 %. На качанах і зерні вологістю нижче 14-15 %, де волога розподілена рівномірно, розвиток мікроорганізмів призупиняється. Пониження температури до 0°C також сприяє сповільненню розвитку плісені. Особливо швидко розвивається плісень на качанах, які не звільнені від обгорток. Розміщення і зберігання зерна проводять за типом, станом і категорією якості (вологості і засміченості).

Висота насипу сухого зерна кукурудзи у сховищі не обмежена, але для зерна середньої сухості в теплу пору року (температура вище 10°C) висота не повинна перевищувати 2-2,5 м. В елеваторах можна розміщувати на тривале зберігання зерно кукурудзи вологістю не вище 14 %. Перед закладанням на тривале зберігання зерно обов'язково охолоджують до температури навколишнього середовища або щоб вона не перевищувала більш ніж на 5°C. Кукурудза різних типів внаслідок особливостей будови зерна і неоднакової гігроскопічності роговидної та борошнистої частин зберігається по-різному. Кремениста кукурудза менше підлягає дії зовнішнього середовища і грибковим захворюванням. Кукурудза зубовидна, особливо борошниста, менш стійкі.

7. АКТИВНЕ ВЕНТИЛЮВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАС

1. Основи активного вентиляювання зернових мас.
2. Типи установок для активного вентиляювання.
3. Технологія і режими активного вентиляювання.

Активним вентиляюванням називають примусове продування зернової маси атмосферним повітрям. Його проводять для збереження якості сирого і вологого зерна, запобігання розвитку плісені і шкідників хлібних запасів. В окремих випадках активне вентиляювання зерна використовують для прискорення процесу післязбирального дозрівання, вирівнювання температури і вологості зернової маси. В результаті активного вентиляювання відбувається зміна повітря в міжзернових просторах насипу. Залежно від інтенсивності і характеру руху повітря в насипу вентиляювання поділяють на пасивне й активне, безперервне й переривчасте.

Пасивне вентиляювання, або провітрювання, зерна характеризується малим повітрообміном. Повітря в насипу перемішується переважно в результаті його різної щільності, різниці температур, виникнення або підсилення протягів через відкриті двері сховища. Пасивне вентиляювання малоефективне і не забезпечує збереженості зерна. Активне, або примусове, вентиляювання зерна характеризується інтенсивним повітрообміном у насипу. Його проводять за допомогою установок, обладнаних вентиляторами. Активне вентиляювання буває безперервним і переривчастим. При переривчастому вентиляюванні активне продування насипу чергується із зберіганням зерна без продування. Це вентиляювання є технологічно перспективним для економії електроенергії та витрат на обробку зерна.

Залежно від призначення активне вентиляювання зерна використовують з профілактичною метою або для охолодження насипів, їх проморожування, сушіння, дегазації, ліквідації самозігрівання, прогрівання насіння перед сівбою тощо. Режими вентиляювання залежать від подачі повітря, його температури і вологості, тривалості продування, висоти (товщини) зернового шару. Профілактичне вентиляювання застосовують для збагачення киснем

повітря міжзернового простору, вирівнювання температури і вологості в об'ємі зернового насипу, ліквідації комірного запаху, зберігання життєздатності насіння, запобігання виникненню осередків самоігрівання та ін. Для профілактичного вентиляювання використовують невелику питому подачу повітря – 30-50 м³ /т за годину. Його здійснюють періодично, враховуючи температуру і вологість навколишнього середовища та температуру й вологість зерна. Профілактичну обробку сухого зерна і зерна середньої сухості проводять після 1-3 міс зберігання.

2. *Типи установок для активного вентиляювання.* Для активного вентиляювання зерна використовують різні конструкції вентиляційного обладнання. Кожна установка складається з одного або кількох вентиляторів з електродвигунами, системи підвідних і розподільних повітропроводів та каналів. У господарствах використовують такі установки:

- стаціонарні із влаштуванням постійних каналів у підлозі складу або площадки;
- підлогові переносні, що мають систему переносних повітророзподільних решіток, які кладуть у певному місці на підлогу складу або площадки;

- бункери і силоси;
- трубні пересувні.

Найпоширенішими серед стаціонарних вентиляційних установок є СВУ-1 і СВУ-2. Установка СВУ-2 в типовому зерновому складі розміщується в його підлозі і складається з магістральних каналів, які накриті дерев'яними щитами. Магістральні канали по всій довжині мають ширину 40 см, а глибина їх для забезпечення рівномірного розподілу повітряного потоку поступово зменшується від 50 до 7 см. Відстань між вісями сусідніх каналів – 3,1- 3,2 м. Кожні два канали з одного боку попарно об'єднані, перехідні патрубки яких виведені через отвори в стіні за межі складу та приєднані до вентиляторів. Кожна пара об'єднаних каналів називається секцією. Стінки каналів викладені з цегли або зроблені з бетону. У верхній частині каналів по боках улаштовані полки, на які кладуть щити. Між боковими кінцями центів і

вертикальними стінами каналів утворюються щілини завширшки 4,5 см, через які повітря, що подається вентиляторами в магістральні канали, надходить у зернову масу, пронизує її і вентилює зерно.

Підлогові переносні установки використовують для активного вентилявання зерна в складах, під навісами або на відкритих токах. Установки можна швидко змонтувати в будь-якому місці, пристосувати для роботи в приміщеннях і на майданчиках будь-якої конфігурації та розмірів, з вентиляторами різної продуктивності. Основним конструкційним елементом установок є повітророзподільна решітка.

Найпоширенішою установкою цього типу є підлогова переносна установка “Промзернопроект”. Кожна типова секція такої установки складається з вентилятора, дифузора, семи щитів, що утворюють магістральний повітропідвідний канал, і двадцяти чотирьох повітророзподільних решіток, з яких викладають вісім повітророзподільних каналів по чотири з кожного боку від магістрального каналу. Магістральний канал, в свою чергу, складається з глухих і прохідних щитів, причому в прохідних в бічних стінах є вирізи.

3. Технологія і режими активного вентилявання. Потік повітря, який проходить через зернову масу, має різнобічний технологічний вплив на зерно. Під його дією змінюються газовий склад повітря міжзернових просторів, температура і вологість зерна і як наслідок змінюється інтенсивність фізіологічних і мікробіологічних процесів зернової маси. Технологічна ефективність активного вентилявання зернових мас атмосферним повітрям виражається швидкістю зміни температури зерна. Так, при тривалому вентиляванні зерно поступово набуває температури навколишнього середовища. Потік повітря одночасно із зміною температури зерна викликає також зміну його вологості. Сорбційні властивості зерна визначають його постійне прагнення до стану рівноваги щодо рівня вологості навколишнього середовища.

Отже, перш ніж почати вентилявання того чи іншого зернового насипу, слід переконатися, що його продування буде можливим і доцільним при наявних погодних умовах і стану зерна. Для цього вимірюють температуру та вологість повітря і зерна, яке потрібно вентилувати, визначають рівноважну вологість зерна при цих умовах і співставляють її з фактичною вологістю зерна. Крім того, визначають необхідну подачу повітря і тривалість процесу вентилявання для отримання технологічної ефективності. Це важливо враховувати також тому, що через недостатню подачу повітря при вентиляванні може відбутися розшарування насипу зерна по вологості – пересушуванням нижніх і зволоженням верхніх шарів, внаслідок чого підвищується тривалість його продування.

Усі перераховані вище технологічні операції разом узяті визначають поняття технології вентилявання зернових насипів. Для визначення вологості повітря використовують різні прилади і пристосування. До найпоширеніших відносять психрометри Августа і Асмана, а також гігрометри, гігрографи та ін. На хлібоприймальних підприємствах найчастіше користуються психрометрами.

8. СУШІННЯ ЗЕРНА

1. Технологічні особливості сушіння зерна.
2. Технологія теплового сушіння.

Сушіння є основною технологічною операцією для приведення зерна і насіння до стійкого стану. Тільки після того, як із свіжозібраної зернової маси видалена вся надлишкова волога і зерно доведено до сухого стану, можна розраховувати на подальшу надійну збереженість продукції. Сушіння це процес видалення з матеріалу будь-якої рідини, в результаті чого в ньому збільшується відносний вміст сухої частини. Відомо, що в сухій зерновій масі всі живі компоненти, за винятком шкідників та комах, знаходяться в анабіотичному стані. Зберігання зерна в сухому стані – основний засіб підтримання високої життєдіяльності насіння в партіях насінного матеріалу

всіх культур, а також якості продовольчого зерна протягом тривалого строку зберігання. Усі способи сушіння зерна ґрунтуються на сорбційних та інших властивостях. Зерно як об'єкт сушіння – це живий організм з капілярно-пористою структурою.

Плодові оболонки насіння пронизані капілярами і тому проникні для пари води. Насінні оболонки та алейроновий шар, навпаки, відносно мало проникні для пари води і за неправильного режиму сушіння можуть бути причиною здуття зерна, що викликається затримкою видалення водяної пари, яка накопичилась всередині ендосперму. Крім того, зародок містить дуже чутливі до температури водорозчинні білки – альбуміни. При температурі вище 41 – 42°C білки зародка, наприклад пшениці, денатурують, тобто насіння втрачає схожість. Білки клейковини більш термостійкі, однак температура нагрівання нормальної, міцної і слабкої за пружністю клейковини сильної пшениці відповідно не повинна перевищувати 50, 45 і 55°C.

Сушіння – складний технологічний тепломасообмінний процес, який повинен забезпечити збереженість усіх властивостей речовин у зерні, що можливо за умови дотримання оптимальних параметрів сушіння. Так, у процесі сушіння постійно змінюються термодинамічні та теплофізичні властивості зерна, зокрема теплоємність і теплопровідність. Тому сушіння зерна вимагає суворого дотримання рекомендованих режимів для кожної культури залежно від її вологості та цільового призначення. Використовують три способи сушіння (зневоднювання) зерна: теплове (в тому числі і вакуумне); сорбційне (контактне сушіння); механічне обезводнювання (віджимання, центрифугування).

Для сушіння зерна найчастіше використовують теплове сушіння, рідше – сорбційне, а механічне – тільки у мийних машинах на борошномельних заводах. Під час теплового сушіння відбувається перетворення рідини на пару, на що витрачається тепла енергія. При сорбційному сушінні волога із зерна може видалятися як у пароподібному, так і в рідкому стані, причому

цей процес не пов'язаний необхідністю підведення додаткового джерела енергії. 49 Серед численних способів теплового сушіння, які різняться між собою за способом передачі теплоти зерну, найбільш поширений конвективний. Суть цього способу полягає в тому, що теплота передається конвекцією від теплоносія, який вбирає вологу, і видаляється в атмосферу. За таким принципом працюють шахтні, рециркуляційні, барабанні, стрічкові та інші типи сушарок.

Процес сушіння ґрунтується на здатності зерна випаровувати поверхню вологу за умови, що тиск водяної пари в зерні вищий за тиск її в зовнішньому повітрі. При сушінні зерна (насіння) відбуваються такі фізичні явища: передача теплоти від агента сушіння до зерна; рух вологи з центральних шарів зерна до поверхневих; випаровування вологи з поверхні зерна та дифузія її в навколишнє середовище; переміщення волога при наявності температурного градієнт з потоком теплоти внаслідок термовологопровідності.

2. *Технологія теплового сушіння.* При конвективному сушінні зерно залежно від типу зерносушарки знаходиться в нерухомому (камерні зерносушарки), малорухомому (шахтні зерносушарки) та падаючому (рециркуляційні зерносушарки) стані. Сушіння зерна в нерухомому стані проводять у жалюзійних, лоткових і стелажних сушарках або при сушінні за допомогою установок активного вентилявання. Як правило, використовують теплоносії з температурою 35-40°C, швидкість висушування – від 0,5-1,5% на годину, тобто ці сушарки малопродуктивні. Крім того, рівномірність висушування зернової маси не завжди однорідна.

Конвективним способом сушать зерно і насіння всіх культур, а також малосипучі матеріали - лляний ворох, насінники овочевих культур тощо. Камера – це закрите приміщення з люками для завантаження та розвантаження і похилим решітчастим днищем, щоб не допустити втрат зерна в результаті самообвалення. Днище оббивають металічними ситами з отворами, які менші за розміри зерна, однак решітчасте днище створює

менший опір повітря, що надходить у камеру знизу. Для отримання високоякісного насіння його найкраще підсушувати в камерних сушарках, забезпечивши однакову товщину шару, для чого в камерах встановлюють похилі днища. Якщо при сушінні кукурудзи в качанах повітря подають послідовно із камери в камеру, то при сушінні інших культур – паралельно. Під час сушіння соняшнику вологістю від 20 до 9% початкова температура становить від 45 до 60°C при висоті насипу 0,5-0,6 та 0,75- 0,85 м і тривалості сушіння 15-16 та 3-5 год відповідно.

Режим сушіння пшениці та ячменю однаковий: при вологості 26% початкова температура теплоносія 39°C, шар насипу 0,8 м, тривалість сушіння 17 год, а при вологості 16 % відповідно 55°C, 0,8 м та 8 год. Для зерна гороху вологістю 26% та 16% процес сушіння відповідно становить: 33°C, висота насипу 1 м, 24-30 год та 46°C, висота насипу 1,5 м, 5 год. Перед початком роботи сушарки торцеві сталеві двері коридорів, через які в камери надходить повітря, щільно зачиняють. Сушильний агент подають по чергово то зверху, то знизу, добиваючись рівномірного висушування шару качанів або зерна. Як правило, шар качанів 1,5-2,5 м, зерна – 60-70 см. Після сушіння кукурудзи в качанах її залишають у сушарках на деякий час для перерозподілу вологи. Недолік камерних сушарок – втрати агента сушіння, нерівномірність висушування: зверху та знизу зерно висушується краще, посередині – гірше. Сушіння рухомого шару зерна відбувається при сушінні його в шахтних, барабанних чи рециркуляційних сушарках.

9. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА НА ХЛІБ

1. Виробництво борошна
2. Вихід і сорти борошна
3. Технологія одержання борошна
4. Зберігання борошна
5. Відходи борошномельного виробництва і їх використання.

Технологія і техніка переробки зерна від їх зародження та до створення сучасних борошномельних заводів пройшли довгий і складний шлях розвитку. Спочатку зерно мололи на зернотерках. Поява млинів, що приводилися в дію за допомогою потоку води, характеризує якісно новий етап розвитку продуктивних сил рабовласницького суспільства – створення першої машини з механічним приводом. Лише в X ст. в Європі для приведення в дію млинів почали використовувати силу вітру – з'явилися вітряки.

На території України водяні і вітряні млини стали використовувати лише в XVXVI ст. На початку XIX ст. у млинах почали використовувати нове джерело рушійної сили – пару, що мало важливе значення в розвитку техніки для виробництва борошна. У 1824 р. батько і син Черепанови побудували паровий двигун продуктивністю чотири кінські сили, який приводив у дію жорна, що переробляли до 90 пудів (15 т) зерна за добу. В 1822 р. механік Марк Міллер створив машину, яка подрібнювала зерно стальними вальцями. У 1834 р. швейцарський інженер Зульцберг вдосконалив конструкцію вальцьового станка, встановивши на ньому чавунні вальці та внісши інші зміни в його конструкцію. З цього часу вальцьові станки почали витісняти млини з жорнами.

Наступними етапами розвитку борошномельного виробництва стало винайдення трієрів, розсівів, сепараторів, аспіраторів. Отже, борошномельне виробництво пройшло шлях майже в шість тисяч років – від ступок і зернотерок до сучасних великих борошномельних заводів. Для виготовлення хліба використовують борошно із зерна м'якої скловидної пшениці з достатнім вмістом білка (до 14 %) і клейковиною хорошої якості. У кондитерській промисловості, навпаки, використовують борошно із пшениці, в якому вміст білка до 9-11 %, а вміст крохмалю великий. Тверда пшениця – основна сировина для виготовлення високоякісних макаронних виробів. Основна маса пшеничного зерна складається з його внутрішньої частини – ендосперму, з якого одержують найцінніші сорти борошна.

Клітини ендосперму містять крохмаль і білкові речовини, а зовнішня оболонка (алеїроновий шар) – білок та жири. Для одержання борошна вищого сорту алеїроновий шар зерна треба видалити, оскільки він погано засвоюється організмом людини. Зародок зерна містить багато білка, жирів, цукрів, вітамінів та ферментів. Під час переробки зерна на борошно зародок також намагаються виділити, тому що він погано подрібнюється та містить жир, який швидко гіркне, включаючи швидке псування борошна. Зовні зерно покрите плодовою і насінною оболонками, кожна з яких складається із трьох шарів. Для одержання високоякісного білого борошна намагаються виділити всі шість шарів оболонки та борідку, оскільки вони майже не засвоюються організмом людини.

2. *Вихід і сорти борошна.* Борошно – цінний продукт помелу зерна, який використовують для виробництва хліба, макаронних і кондитерських виробів, а в невеликій кількості – в текстильній і хімічній промисловості. За рахунок зернових продуктів людина використовує близько 52-62 % загальної кількості вуглеводів. Рід зерна, з якого вироблене борошно, визначає його вид (борошно пшеничне, житнє та ін.). Виробничий процес переробки зерна на борошно у великих державних борошномельних заводах і сільськогосподарських млинах залежить від таких факторів: якості зерна, яке надходить на переробку; ступеня досконалості технологічного процесу; стану технологічного обладнання. Борошномельні властивості зерна виявляються в процесі переробки на борошно і визначаються загальним виходом борошна і його якістю.

Виходом називають кількість борошна, виробленого із зерна в результаті помелу. Вихід виражають у процентах до маси переробленого зерна. Так, може бути 100-й вихід (практично 99,5 %-й), коли все зерно перетворене на борошно, неоднорідне за розмірами часточок, до складу яких входить ендосперм з оболонками. Борошномельні заводи виробляють борошно різних виходів і сортів. Пшеничне: 96 % – оббивне (односортне); 85 % – другого сорту (односортне); 78 % – двосортне і трисортне; 77 % –

односортне (поліпшене другого сорту); 75 % – трисортне; 72 % – першого сорту (односортне); 70 % – двосортне або односортне, Житне: 95 % – оббивне (односортне); 87 % – шеретоване (односортне); 78 % – двосортне; 63 % – сіяне (односортне). Крім того, виробляють односортне борошно із суміші зерна пшениці і жита: пшеничножитне (70 % пшениці і 30 % жита) з виходом 96 % і житньо-пшеничне (60 % жита і 40 % пшениці) з виходом 95 %. Залежно від схеми помелу в межах встановленого виходу можна виробляти борошно одного або кількох сортів. Так, при загальному виході борошна 78 % можна одержати борошно двох або трьох сортів.

Загальний вихід борошна переважно становить не менше 70 %, тому що в нормально виповненому зерні пшениці вміст ендосперму досягає 81-85 %. Порівнюючи хімічний склад різних сортів пшеничного і житнього борошна, слід зазначити, що найбільш близьким за хімічним складом до зерна є оббивне борошно. В ньому лише на 0,07-0,1 % менше золи і на 0,15-0,20 % менше клітковини внаслідок видалення невеликої кількості оболонки. Вміст інших компонентів оббивного борошна майже збігається із вмістом їх у зерні. В борошні вищих сортів міститься менше білка, жиру, клітковини, золи і цукрів порівняно з борошном нижчих сортів. Це пояснюється тим, що борошно вищих сортів формується із внутрішніх шарів ендосперму, які складаються переважно з крохмалю і білків високої якості.

Борошно вищих сортів пшениці і жита містить мінімальну кількість вітамінів групи В та мінеральних речовин, що здебільшого знаходяться в периферійних частинах зерна і не попадають у борошно. Тому борошно вищих сортів вітамінізують. Порівнюючи якість пшеничного і житнього борошна за хімічним складом та іншими показниками, зазначаємо, що житне борошно містить на 10-15 % менше білків, які за звичайних умов не утворює клейковини. Менше в житньому борошні крохмалю в результаті збільшення кількості клітковини, цукрів, слизу, що пов'язано з хімічним складом зерна жита.

3. Технологія одержання борошна. Технологія виробництва борошна складається з очищення зерна і його підготовки до помелу в зерноочисному та переробки зерна на борошно в розмельному відділеннях. У розмельному відділенні борошномельного заводу із зернової маси видаляють органічні і неорганічні домішки за допомогою сепараторів, аспіраторів, кукіле- та вівсюговідбірних машин, магнітних сепараторів; очищають поверхню зерна від пилу і бруду, видаляють борідку, оболонки і зародок, використовуючи для цього оббивні машини з абразивними та стальними циліндрами, а також щіточні й мийні машини.

У процесі обробітку зерна в зерноочисному відділенні змінюється тільки його зольність на 0,10-0,15 % внаслідок видалення пилу та бруду, а також частково поверхневих шарів і зародка, які мають підвищену зольність. Після очищення другою важливою операцією підготовки зерна до помелу є його кондиціонування. Водно-тепловий обробіток (ВТО), або гідротермічний обробіток, – це сукупність заходів при підготовці зерна до переробки, в результаті яких посилюється еластичність оболонок та послаблюються зв'язки між оболонками й ендоспермом, змінюються біологічні властивості зерна і борошна та якість клейковини, знижується зольність борошна, збільшується активність ферментів.

На характер взаємодії зерна з водою впливають також його сорбційні властивості, параметри вологоносія та навколишнього середовища. Зерно більших розмірів поглинає воду повільніше, тому що його поверхня, віднесена до одиниці маси, менша. Зерно з високою скловидністю поглинає воду повільно, тоді як зерно з борошністим ендоспермом – досить інтенсивно. В зерновій масі окрема зерна мають різну водовбирну здатність. Так, при середній вологості зерна 16,2 %, вологість окремих зерен становить від 12 до 35 %. Вміст вологи в різних частинах зернівки також неоднаковий. Якщо вологість ендосперму менша за вологість зерна на 0,9-1,7 %, то вологість оболонок більша на 8-14 %, причому в ендоспермі вода поширюється повільніше, ніж в оболонках.

4. *Зберігання борошна.* До складу борошна входить велика кількість дрібних часточок, що втратили захисні оболонки, у зв'язку з чим воно гірше зберігається порівняно із зерном. Під час зберігання борошна у ньому відбуваються біохімічні та мікробіологічні процеси, які можна поділити на позитивні, що поліпшують якість борошна, та негативні, що погіршують його якість. До позитивних процесів відносять дозрівання і вибілювання борошна. Пшеничне борошно, використане зразу після помелу високоякісного зерна для випікання хліба, має низькі якісні показники. Тісто з такого борошна липке, швидко розріджується, тому хліб утворюється малого об'єму. Лише через певний період зберігання борошно набуває необхідних технологічних якостей.

Поліпшення хлібопекарських якостей борошна при зберіганні називається дозріванням. Протягом періоду дозрівання в борошні проходять фізичні, колоїдні і біохімічні процеси. В ньому змінюються колір, кислотність, білково-протеїновий і вуглеводно-амілазний комплекси, вміст вологи та жиру. Важливу роль у підвищенні сили пшеничного борошна під час дозрівання відіграє гідроліз жиру. Ненасичені жирні кислоти, які утворюються при цьому, змінюють фізичні властивості клейковини, зміцнюючи її та тісто. При зберіганні свіжозмеленого борошна його титрована й активна кислотність збільшуються.

Однією з причин підвищення сили борошна в період дозрівання є зміна білково-протеїнового комплексу під впливом окислювальної дії, насамперед кисню повітря. Процес побіління борошна відбувається в усіх видах і сортах як пшеничного, так і житнього борошна. Це результат окислення киснем повітря пігментів зерна (каротину і ксантофілу), які при цьому знебарвлюються. Дозрівання борошна відбувається інтенсивно при температурі 20-25°C і практично не виявляється в умовах, близьких до 0°C. Відносно тривалості дозрівання поки що немає точних даних.

За одними даними свіжозмелене борошно вищого, I і II сортів при зберіганні в приміщенні, яке не опалюється, в мішках, досягає оптимальних

хлібопекарських якостей (закінчує дозрівання) протягом 1,5-2 міс, а оббивне борошно в тих самих умовах - через 3-4 тижні.

За іншими даними строк дозрівання пшеничного борошна становить 1-2 міс, а житнього – вдвоє менше. При тривалому зберіганні борошна (понад 3-4 міс) і температурі 15°C в борошні з'являються гіркий смак та неприємний запах згірклої олії. Це є наслідком негативного хімічного процесу, що пов'язаний з розкладанням жиру та його окисленням киснем повітря, внаслідок чого утворюються кислоти, які збільшують кислотність борошна. Крім того, при зберіганні борошно може прокисати в результаті розвитку в ньому бактерій, які зброджують цукор з утворенням кислот, та пліснявіти внаслідок активної життєдіяльності плісневих грибів.

Для зберігання борошна в господарствах виділяють сухі, добре продезінфіковані склади. Борошно затарюють у мішки масою 50 кг й укладають у штабелі заввишки до 6-8 53 мішків так, щоб вони не розвалювалися (трійником або п'ятериком). Нижній ряд мішків кладуть на дерев'яний підтоварник. Якщо борошно зберігається тривалий час, то через кілька місяців верхні мішки перекладають униз, а нижні – вгору, що запобігає злежуванню борошна, втраті ним сипкості та перетворенню на моноліт. 5. Відходи борошномельного виробництва і їх використання На борошномельних заводах для збільшення виходу борошна високих сортів основною технологічною задачею є максимальне відокремлення від ендосперму оболонки і зародка зерна.

Відомо, що в цих частинах зерна міститься багато цінних біологічно активних речовин. Видалення периферійних компонентів під час переробки зерна значною мірою збіднює на мінеральні речовини та вітаміни борошно, яке одержують із чистого ендосперму. У зародку пшениці міститься значна кількість білків, вуглеводів, вітамінів і мінеральних речовин. Порівняно з цілим зерном в ньому міститься більше цукру, білка та в 6 разів більше жиру. На борошномельних заводах із зерна відбирають зародкові пластівці, вихід яких становить 0,25-0,30 %. Хімічний склад зародкових пластівців такий, % :

вологість – 11-15; білка – 28,6-41; вільних ліпідів – 8-10,4; вільних цукрів – 11,1-16,6; крохмалю – 15,4-25,5; клітковини – 2,4-3,7; золи – 4,2-6,3. За вмістом кальцій зародкові пластівці перевищують ціле зерно і борошно вищого сорту в 1,2-2,5 рази, а калію, – в 1,5-5 разів.

Технологічний процес виробництва зародкових пластівців складається з таких основних операцій: відбору зародкових пластівців; очищення від залізомагнітних домішок; збагачення в повітряному аспіраторі для відокремлення часточок оболонок і борошна; сушіння; охолодження; розфасовування й упакування продукту в паперові мішки з поліетиленовими вкладишами.

Перспективним і важливим направленням використання зародка пшениці, як природного концентрату вітамінів, білків і вуглеводів, є збагачення ним хлібобулочних виробів. Додавання в тісто 5 % зародкових пластівців (замість борошна першого сорту) сприяє збільшенню в хлібі білка на 8-12 %, лізину – на 24-25, незамінних амінокислот – на 5-9, вітамінів В1 – на 9-18 %. Зародкові пластівці застосовують також у виробництві кондитерських виробів, у медицині, в фармацевтичній і парфумерній промисловості.

У підготовчому і розмельному відділеннях борошномельного заводу одержують відходи, до складу яких входять плодови і насінні оболонки, а також алейроновий шар, які називаються висівками. Висівки в середньому містять, % : білків – 18; ліпідів – 4,3; крохмалю – 30; харчових волокон (клітковини) – 45. Крім того в них міститься більше половини вітамінів зерна. Технологічний процес виробництва дієтичних висівок складається з виділення, обробки на спеціальних машинах для зменшення залишків ендосперму і борошна, очищення, термічної обробки, охолодження, розфасовування та упакування. Дієтичні висівки використовують для лікування хвороб травної системи, а також порушення жирового обміну, викликаного використанням у харчуванні людей продуктів, бідних на харчові

волокна. Перспективним направленням використання дієтичних висівок є застосування їх у хлібопеченні.

Для зниження мікробіологічного забруднення та вологості пшеничні висівки направляють на термічну обробку протягом 10 хв при температурі 110-130°C. Після сушіння й охолодження висівки повинні мати вологість не більше 7 %. Зернову суміш від первинної обробки, що містить 50-70 % зерен, згідно із стандартом відносять до основного зерна або зернових домішок і використовують на фуражні цілі, а зернову суміш з вмістом 70-85 % зерна – на вироблення комбікорму або на фуражні цілі. Висівки використовують для виготовлення комбікорму і на фуражні цілі. Зародок, залежно від його якості є сировиною для виробництва олії, вітамінів, кормів.

10. ВИРОБНИЦТВО ХЛІБА

1. Хлібопекарські властивості борошна
2. Технологія приготування хліба
3. Зберігання і транспортування хліба
4. Показники якості хліба

Хліб – один із основних продуктів харчування людини. Потреба в хлібі становить у середньому від 300 до 500 г на добу і залежить від віку людини, характеру праці, національних особливостей та економічних факторів. Біологічна цінність хліба зумовлюється повноцінністю білків, кількістю вітамінів, зольних елементів тощо. В 100 г хліба міститься 5-8 г білка. Фізіологічна цінність білків хліба з борошна вищих сортів становить 20-25 % норми. За даними ФАО, білки житнього хліба краще збалансовані порівняно з пшеничним.

Важливим показником біологічної цінності хліба є наявність у ньому вітамінів. Хліб – основне джерело вітамінів групи В, РР, Е. З мінеральних речовин у хлібі є фосфор, кальцій, залізо, магній та ін. За вмістом вітамінів і зольних елементів хліб із низькосортного борошна і особливо оббивного переважає хліб, випечений із борошна вищих сортів. Хліб відрізняється від

багатьох інших продуктів харчування тим, що він добре засвоюється. Висока засвоюваність речовин, що містяться в хлібі, пояснюється тим, що він має пористу, м'яку, еластичну та нелипку м'якушку, в якій знаходяться денатуровані білки, частково клейстеризований і розчинений крохмаль, сильно розм'якшені оболонкові часточки зерна. Тому всі компоненти хліба є легкодоступними для дії ферментів травного каналу.

Енергетична цінність хліба досить висока. Так, 100 г його залежно від виходу і сорту борошна та рецептури тіста дають організмові 798-1390 кДж, що покриває потребу в енергії приблизно на 35 %. Виробництво хліба почалося давно. Вчені стверджують, що ще в часи мезоліту (10- 15 тис. років тому) людина почала вирощувати злакові культури. Спочатку люди їли сире зерно, але з появою вогню вони з'ясували, що підігріте на ньому зерно має приємний смак. Так людяна стала випікати перепічки, а згодом і хліб. З давніх часів хліб цінився дуже високо. В стародавньому Єгипті сонце, золото і хліб позначали однаково – колом з крапкою посередині. В Римі раб, який умів випікати хліб, коштував у десять разів дорожче за найкращого гладіатора. Пройшло ще багато століть, перш ніж у тісто почали добавляти дріжджі, які перетворили жорстку перепічку на пишну і м'яку булку.

1. Хлібопекарські властивості борошна. Пшеничне борошно. Хлібопекарська якість пшеничного борошна переважно визначається такими його властивостями: газоутворюючою здатністю; можливістю утворювати тісто з певними структурно-механічними властивостями; кольором борошна і здатністю його до потемніння в процесі виготовлення тіста. Газоутворююча здатність борошна характеризується кількістю вуглекислого газу, що виділяється за встановлений період часу при бродінні тіста, змішаного з певною кількістю борошна, води і дріжджів. Вона зумовлена вмістом у ньому власних цукрів та цукроутворюючою властивістю. Відомо, що цукри в зерні розподіляються нерівномірно. Вміст цукрів в центральній частині (ендоспермі) зерна значно нижчий порівняно із зародком, оболонками та алеїроновим шаром з прилеглим до нього зовнішнім шаром ендосперму.

Тому чим менший вихід даного сорту борошна, тим менше в ньому міститься часточок периферійних шарів зерна та менший вміст у борошні цукрів. Загальний вміст у пшеничному борошні зброджувальних дріжджами цукрів залежно від складу зерна і виходу борошна становить 0,7-1,8 % на суху речовину. Найбільше міститься сахарози і малоредукуючих цукрів – глюкози, фруктози, мальтози.

Цукроутворююча здатність борошна – це властивість приготовленої з нього водноборошнистої суміші утворювати при відповідній температурі і за встановлений час певну кількість мальтози, яка зумовлює дію амілолітичних ферментів борошна на крохмаль. Вона залежить як від кількості амілолітичних ферментів (і β -амілази), так і від розмірів, характеру складових частинок борошна і крохмальних зерен в цих частинках. 2. Технологія приготування хліба Пшеничне тісто готують із борошна, води, солі, дріжджів, цукру, жирів та інших видів сировини. Перелік і співвідношення окремих видів сировини, що використовуються для виробництва хліба, називається рецептурою.

В рецептурі хліба і хлібобулочних виробів кількість води, солі, дріжджів та іншої сировини виражають у кілограмах на 100 кг борошна. Рецептура основних сортів пшеничного хліба і хлібобулочних виробів приблизно складається з таких видів сировини, кг: борошно – 100; вода – 40-70; дріжджі – 0,5-2,5; сіль – 1,3-2,5; цукор – 0-20; жир – 0-13. Рецептура деяких сортів хліба і хлібобулочних виробів передбачає використання інших видів сировини – яєць, ізюму, молока, маку, ванілі та ін. Виробництво хліба складається з п'яти тісно пов'язаних між собою технологічних етапів: підготовки сировини, приготування і обробки тіста, випікання, охолодження і зберігання хліба. Підготовка сировини. Для одержання тіста нормальної консистенції треба, щоб сировина відповідала вимогам хлібопечення і була підготовлена належним чином.

Підготовка борошна – це складання сумішей, проведення змішування, просіювання і магнітного очищення. Борошно просіюють на спеціальних

машинах, на яких встановлюють магнітні ловушки. Просіювання запобігає попаданню в тісто різних домішок, а також випадковому зараженню шкідниками. Крім того, під час просіювання відбувається аерування часточок борошна – насичення їх киснем повітря, який на початку бродіння використовується дріжджами для аеробного дихання.

У хлібопечінні використовується вода, яка за якістю повинна відповідати вимогам питної води, не містити шкідливих домішок і хвороботворних мікроорганізмів, тому що багато з них зберігається при випіканні і хліб може стати джерелом захворювань. Оскільки в технологічному процесі хлібопечення велику роль відіграють процеси бродіння, кип'ячену воду використовувати не можна, тому що в ній майже немає розчиненого повітря, яке необхідне для життєдіяльності дріжджів.

Сіль також повинна відповідати вимогам стандарту на харчові цілі. Сіль, що застосовують у хлібопеченні, надає смаку хлібові, а також поліпшує фізичні властивості тіста. Підготовка солі полягає в попередньому розчиненні її у воді та фільтруванні розчину. При використанні крупнозернистої солі її перед розчиненням промивають. Сіль треба зберігати в сухому приміщенні з вологістю повітря не більше 75 %. Зберігання і транспортування хліба Випечений гарячий хліб потребує певного догляду. При недбалому поводженні з хлібом він легко зминається, втрачає форму, структуру, пористість, тобто стає бракованим.

Готовий хліб після випікання розміщують на спеціальних стелажах для охолодження. Процес охолодження хліба починається з поверхневих шарів і поступово переміщується до центру м'якушки. Одночасно відбувається зменшення вологості, що призводить до зменшення маси хліба, вологість скоринки підвищується і вона зрівноважується відносною вологістю повітря. Зменшення маси хліба і булочних виробів внаслідок випаровування частини води та деяких продуктів бродіння називається усиханням. Усихання – це різниця між масою гарячого і охолодженого хліба за певний проміжок часу; воно виражається в процентах до маси гарячого хліба. Усихання хліба в

перші 3-6 год зберігання досягає 2-4 %.⁵⁶ При зберіганні хліба за звичайних умов через 10-12 год з'являються ознаки черствіння. При цьому його смакові якості й аромат змінюються одночасно із зміною структурномеханічних властивостей м'якушки. Першопричиною черствіння хліба є ретроградація крохмалю – частковий зворотний перехід крохмалю в кристалічний стан, тобто в стан, в якому він перебував у тісті до випікання. При цьому структура крохмалю ущільнюється, зменшується його розчинність, відбувається часткове виділення вологи.

Волога, що виділяється при ретроградації білка, вбирається білками м'якушки хліба. Білкова частина м'якушки хліба при його черствінні не змінюється. Встановлено, що чим більший вміст білкових речовин у хлібі, тим повільніше здійснюється його черствіння. На швидкість черствіння хліба значно впливає температура навколишнього повітря. Швидше всього черствіє хліб при температурі від +10 до -7°C.

4. Показники якості хліба. Якість хлібобулочних виробів нормується державними стандартами. На кожний вид хліба існують певні технічні умови. Затверджені також методи визначення їх якості. Якість хлібобулочних виробів оцінюють за органолептичними показниками і масою виробів. Органолептично визначають форму хліба, колір і зовнішній вигляд скоринки, смак і запах, еластичність, пористість, свіжість м'якушки і повну масу виробів. Смак, свіжість, запах, хрускіт (його наявність або відсутність) визначають дегустацією; колір м'якушки, пористість, промішування – візуально на зрізі хліба; еластичність м'якушки – надавлюванням пальцем на зріз хліба; повну масу виробів – одночасним зважуванням не менше 10 виробів.

Контроль якості хлібної продукції проводять не тільки органолептично, а й за фізикохімічними показниками – вологістю, кислотністю, пористістю, набухливістю, вмістом жиру і цукру. Якість оцінюють за середньою пробою. Вологість – важливий показник якості хлібних виробів. При підвищеній вологості м'якушка хліба липка, волога на дотик нееластична, після легкого

надавлювання пальцями не набуває початкової форми, хліб важкий. При пониженому вмісті води пористість виробів дуже вільна, м'якушка ущільнена. Серед різних хлібних виробів більш високу вологість мають житні сорти хліба (48- 51 %), а більш низьку – пшеничні з борошна високої якості (43-45 %).

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Базова

1. Дацишин О. В. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв : навч. посібник / О. В. Дацишин, А. І. Ткачук, О. В. Гвоздєв. – Вінниця : Нова Книга, 2008. – 488с.
2. Камінський В. Д. Переробка та зберігання сільськогосподарської продукції / В. Д. Камінський, М. Д. Бабіч. – Одеса: Аспект, 2000. – 456 с.
3. Подпратов Г. І. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Практикум : навч. посібник / Г. І. Подпратов, Л. Ф. Скалецька, А. М. Сеньков. – К. : Вища освіта, 2004. – 272 с.
4. Подпратов Г. І. Зберігання і переробка продукції рослинництва / [Подпратов Г. І., Скалецька Л. Ф., Сеньков А. М. та ін.]. – К.: Мета, 2002. – 495 с.
5. Орлова Н. Я. Продовольчі товари. Фрукти, ягоди, овочі, гриби та продукти їхньої переробки : підручник. – 2-е вид., перероб. та допов. / Н. Я. Орлова, П. Х. Пономарьов. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2007. – 416 с.
6. Рослинництво з основами технології переробки / [Мельник А. В., Троценко В.І., Жатов О. Г. та ін.]. – Суми: ВТД "Університетська книга", 2008. – 384 с.
7. Скалецька Л. Ф. Товарознавство продукції рослинництва : навч. посібник / Л. Ф. Скалецька, Г. І. Подпратов, В. І. Войцехівський. – К. : Арістей, 2005. – 496 с.

Допоміжна

1. Куць Т. В. Виробництво та переробка олійних культур в Україні / Т. В. Куць // Науковий вісник Національного ун-ту біоресурсів і природокористування України. Вип. 141: зб. наук. праць / Національний ун-т біоресурсів і природокористування України. – К. : НУБПУ, 2009. – С .196-203.
2. Найченко В. М. Проблеми розвитку сфери технології зберігання і переробки продукції садівництва / В. М. Найченко // Вісник Черкаського

інституту агропромислового виробництва. Вип. 3 : Міжвідомчий темат. зб. наук. праць / УААН. ЧІАВ. – Черкаси, 2002. – С. 116-123.

3. Овсянникова Л. К. Удосконалення технології післязбиральної обробки дрібнонасіненних круп'яних культур / Л. К. Овсянникова // Хранение и переработка зерна. – 2010. – № 10. – С. 39-42.

4. Подпратов Г. І. Технологія обробки, переробки зерна та виготовлення хлібопекарської продукції / Г. І. Подпратов. – К.: НАУ, 2000. – 126 с.

5. Подпратов Г. І. Технологія виробництва борошна, крупи та олії / Г. І. Подпратов, Л. Ф. Скалецька. – К.: НАУ, 2000. – 202 с.

6. Скалецька Л. Ф. Динаміка показників товарної якості зерна пшениці в процесі тривалого зберігання / Л. Ф. Скалецька // Агроном. – 2007. – № 1. – С.106-113.

7. Ящук Н. Зберігання зерна та якісні засоби обробки в післязбиральний період / Н. Ящук // Пропозиція . – 2009. – № 9. – С. 90-95. 8. Ящук Н. Контроль за “нестандартним”зберіганням зерна / Н. Ящук. – Пропозиція . – 2014. – № 12. – С.98-101.

Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційний ресурс СНАУ (книжковий фонд, періодика, фонди на електронних носіях, тощо) – <https://library.snau.edu.ua/>

2. Інституційний репозиторій СНАУ (наукові статті, автореферати дисертацій та дисертації, навчальні матеріали, студентські роботи, матеріали конференцій, навчальні об'єкти, наукові звіти, тощо). – <http://repo.snau.edu.ua/>

3. Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського – <http://www.nbuv.gov.ua/> (Київ, проспект Голосіївський, 3, +380 (44) 525-81-04) та інших бібліотек.

4. Електронна енциклопедія сільського господарства <http://www2.agroscience.com.ua/>

5. Зберігання і переробка продукції рослинництва. –
<http://buklib.net/books/21971/>
6. Організація зберігання, переробки та реалізації продукції. –
<http://agroua.net/economics/documents/category-122/doc-199/>
7. ТЗППР лекція 1 galushko29 – SlideShare. –
<http://www.slideshare.net/galushko29/1-39431376/>

Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: Опорний конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Агрономія» галузі знань 20 Аграрні науки і продовольство, спеціальності 201 Агрономія денної та заочної форм навчання / уклад., М.Б. Августинович. - Луцьк, Луцький НТУ, 2021, - 54 с.

Комп'ютерний набір: М. Августинович
Редактор: М. Августинович

Підписано до друку. Формат 60x84/16. Папір офс.
Гарн. Аріал. Умовн. друк. арк. 1,8. Обл. – вид. арк. 1,9
Тираж 50 прим. Зам. №

Інформаційно - видавничий відділ
Луцького національного технічного університету
43018 Україна, м. Луцьк, вул. Львівська, 75
Друк – ІВВ ЛНТУ

