

**РОЖКО І.С.
КУЛИК Ю.В.**



НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
з дисципліни
«Стандартизація, управління якістю, технологія
зберігання та переробки продукції рослинництва»
для студентів ОС «бакалавр» агрономічних
спеціальностей

ДУБЛЯНИ 2018

Автори:

Рожко І.С. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри садівництва та овочівництва Львівського національного аграрного університету.

Кулик Ю.В. – головний агроном ТОВ АГРОСЕТОН, заслужений працівник сільського господарства України.

Рецензенти:

Лихочвор В.В. – член-кореспондент НААНУ, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри технологій у рослинництві Львівського національного аграрного університету.

Гулько В.І. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри садівництва та овочівництва Львівського національного аграрного університету.

Гойсалюк Я.С. – кандидат сільськогосподарських наук, провідний агроном ТзОВ «Агро ЛВ Лімітед».

Видається у авторській редакції

Рекомендовано до друку Вченою радою Львівського національного аграрного університету. Протокол № 8 від 20 квітня 2018 р.

Рожко І.С., Кулик Ю.В. Навчальний посібник з дисципліни «Стандартизація, управління якістю, технологія зберігання та переробки продукції рослинництва». Частина перша: «Технологія зберігання зернових мас». Львів, 2018. 76 с.

Навчальний посібник розкриває сучасні тенденції розвитку та удосконалення технологій зберігання зерна в Україні. Обсяг навчального посібника відповідає програмним вимогам щодо кількості годин, відведених на вивчення розділу «Технологія зберігання зерна» у розрізі навчальної дисципліни «Стандартизація, управління якістю, технологія зберігання та переробки продукції рослинництва».

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. Зернова маса як об'єкт зберігання.....	5
1.1. Склад зернової маси.....	6
1.2. Фізичні властивості зернової маси та їх значення при післязбиральній доробці й зберіганні.....	9
1.3. Фізіологічні процеси, які відбуваються у зерновій масі під час зберігання.....	14
1.4. Довговічність зерна.....	21
РОЗДІЛ 2. Післязбиральна доробка зерна.....	24
РОЗДІЛ 3. Основні режими і способи зберігання зерна.....	34
3.1. Зберігання зерна в сухому стані.....	35
3.2. Зберігання зерна в охолодженому стані.....	37
3.3. Зберігання зерна без доступу повітря.....	40
3.4. Хімічне (біологічне) консервування зерна.....	43
3.5. Способи зберігання зерна.....	48
РОЗДІЛ 4. Сховища для зберігання зернових мас.....	54
4.1. Зерносховища для довготривалого зберігання.....	54
4.2. Спостереження за зерном під час зберігання.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	75

ВСТУП

Як відомо, аграрна галузь, яка займається вирощуванням сільськогосподарських культур, зокрема, зернових, належить до сезонних виробництв. За відносно короткий термін з полів на токи та сховища надходить велика кількість вирощеної продукції, яку необхідно зберегти без значних втрат у масі та якості.

Головною метою зберігання зернових мас є уповільнення процесів, що відбуваються в ній у результаті життєдіяльності її компонентів. Чим повільніше будуть протікати ці процеси, тим довше буде зберігатися живий організм, яким є будь-яка зернова маса. Для ефективного зберігання створюються умови, які запобігають пошкодженню шкідниками, ураженню хворобами, зволоженню й самозігріванню, тобто, забезпечують бажану стійкість продукції.

Скорочення втрат зернопродуктів, що підлягають зберіганню, збереження їх якості та зниження собівартості процесу являються основними завданнями в галузі зберігання. Спосіб зберігання зернових залежить від фізичних та фізіологічних властивостей продукції. Враховуючи біологічні та фізико-хімічні особливості зернових мас і вплив на них факторів навколишнього середовища їх зберігання проводиться у різних за конструкцією сховищах. Вибраний спосіб та режим зберігання зерна повинні гарантувати забезпечення якості та дотримання нормативів природних втрат зерна протягом терміну його зберігання.

У посібнику розглянуто особливості зернової маси як об'єкту зберігання, основні етапи післязбиральної доробки зерна, охарактеризовано режими та способи зберігання зернових мас, типи сховищ.

РОЗДІЛ 1

Зернова маса як об'єкт зберігання

Згідно пункту 2 (Терміни та визначення) Регламенту зберігання зерна та продуктів його переробки:

«Зерно» – це плоди зернових, зернобобових та олійних культур, які використовуються для харчових, насінневих, кормових та технічних цілей.

«Зернова маса» – це технічний термін прийнятий для зерна, що використовується людиною на найрізноманітніші цілі.

«Базисні кондиції для приймання зерна на зберігання» – показники якості зерна (вологість, вміст смітної домішки і т. ін.), визначені діючою нормативною документацією та/або встановлені в контрактних або договірних відносинах.

«Вологість зерна» – вміст вільної і частково зв'язаної води, яка визначається стандартними методами, згідно діючої нормативної документації.

«Домішка» – будь-який матеріал органічного й неорганічного походження у масі зерна, що може бути відокремлений від зерна і впливає на якість зерна.

«Доробка зерна» – сукупність технологічних операцій, спрямованих на доведення якості зерна відповідно до вимог договору складського зберігання зерна, контракту, державних стандартів для забезпечення заданого терміну зберігання зерна, формування відвантажних, помельних партій та т.і..

«Засміченість зерна» – вміст домішок органічного й неорганічного походження, що впливають на якість та споживчу вартість зерна, продуктів його переробки при його використанні за цільовим призначенням.

«Зернові домішки» – домішки зернового походження основної культури та інших зернових культур або насіння, не віднесених згідно з нормативними документами до смітної домішки та зерна основної культури.

«Обмежувальні кондиції» – обумовлені договором зберігання (контрактом) показники якості зерна, що дають змогу його тимчасово зберігати, а після відповідної доробки – забезпечити його зберігання з подальшим відвантаженням.

«Обробка» – процедура, спрямована на знищення, позбавлення здатності до росту, розвитку чи майбутньому розмноженню шкідливих організмів.

«Очищення зерна» – видалення смітної та зернової домішок із зернової культури.

«Сертифікований зерновий склад» – зерновий склад, який отримав сертифікат відповідності надання послуг із зберігання зерна та продуктів його переробки на основі рішення, яке приймається органом з оцінки відповідності після проведення відповідних процедур оцінки відповідності, що довели виконання зерновим складом вимог, встановлених Регламентом та/або міжнародними стандартами (ISO 22000, GTAS, GMP+) відповідно.

«Смітна домішка» – домішки органічного й неорганічного походження, що погіршують якість зерна і обмежують термін його безпечного зберігання та підлягають видаленню із зерна при його зберіганні та використанні за цільовим призначенням.

1.1. Склад зернової маси

Зернова маса – це комплекс живих організмів, кожен з яких за певних умов може проявляти життєдіяльність і впливати на стан та якість зернової маси, що зберігається.

Будь-яка зернова маса складається з таких компонентів:

1. Зерно основної культури;
2. Домішки;
3. Мікроорганізми;
4. Повітря міжзернових просторів;

5. Комахи і кліщі.

Зернова маса певної культури, що надходить з поля відрізняється за вологістю, засміченістю, заселеністю мікроорганізмами та іншими показниками. Виявляючи їх при оцінці якості, формують окремі партії зернових мас за ступенем стиглості, вологістю, засміченістю.

Зернову масу з підвищеною вологістю необхідно висушити, тільки тоді її можна успішно зберігати і переробляти.

Для розміщення у зерносховищах зерно повинно бути однорідне за вологістю:

- 1.) сухе – до 14 %;
- 2.) середньої сухості (14 до 15,5 %);
- 3.) вологе (15,5 – 17 %);
- 4) сире (вище 17 %).

Стан насіння олійних культур характеризується меншою вологістю, а насіння деяких бобових – дещо більшою.

Склад і кількість домішок у партіях зерна різні, вміст їх залежить: від рівня агротехніки (чистоти посівів), способів і техніки збирання врожаю, наступної післязбиральної доробки зернових мас. Класифікують домішки за ступенем впливу певного виду домішок на вихід і якість продуктів, які виробляються з даної зернової маси, а у зерні фуражного призначення – на кормову цінність.

Мікроорганізми є постійним, досить істотним компонентом зернової маси. В 1 грамі зернової маси, міститься десятки, сотні тисяч мікроорганізмів. Накопичення мікроорганізмів відбувається протягом росту і розвитку зернової культури, під час збирання врожаю та власне зберігання. Видовий склад мікроорганізмів зернової маси надзвичайно різноманітний: це і фітопатогенні мікроорганізми, сапрофітні (включаючи епіфітні), патогенні для тварин і людини. Експериментальним шляхом встановлено, що в свіжозібраній зерновій масі при правильному збиранні кількість бактерій

складає 96 – 99 % (гнійні, кислотні, бродінь тощо). Решту це дріжджі, плісеневі гриби та актиноміцети.

Внаслідок небажаного розвитку певної групи мікроорганізмів зерно набуває сторонніх запахів, зокрема, комірнього, сажкового, плісеневого. Комірний запах виникає в партіях зерна, які довго зберігаються без переміщення й активного вентилявання. Крім цього, поява такого запаху, свідчить про підвищену фізіологічну активність свіжозібраної й засипаної на зберігання зернової маси, розвитку в ній анаеробних процесів, які знижують схожість посівного матеріалу. Сажковий запах спостерігається в партіях зерна пшениці й жита, уражених сажкою. За своєю природою він також має мікробіологічне походження, оскільки триметиламін, який його виділяє (запах оселедця) міститься в спорах мокрої сажки. Активний розвиток плісневих грибів спричиняє плісневий запах, що супроводжується кислим смаком зерна.

Повітря міжзернових просторів створює запас повітря (кисню), що забезпечує в зерновій масі на певний період нормальний газообмін для живих компонентів зернової маси. Завдяки конвекції повітря, яке циркулює у шпарах сприяє передачі тепла і переміщенню парів води. Газопроникність зернової маси та рухливість повітря міжзернових просторів дає змогу використати цю властивість для продування крізь зернові маси повітря (за активного вентилявання або для введення парів різних анестезуючих, дезинфікуючих речовин для знезаражування зернової маси).

В зерновій масі можуть існувати різні види комах і кліщів. Більшість з них розвиваються тільки в сховищах, деякі зустрічаються, як в сховищах так і в природі. Найбільшої шкоди зерновій масі завдають такі комірні шкідники: кліщ борошняний (*Asarus Siro L.*), довгоносик комірний (*Calandra granaria L.*), хрущак борошняний (*Tenebrio molitor L.*), шашіль зерновий (*Rhizopertha dominica*), міль зернова (*Sitotroga cerealella Oliv.*).

Виявлену кількість живих шкідників перераховують на 1 кг зерна. У зв'язку з тим, що найчастіше і в найбільшій кількості зустрічаються

довгоносики та кліщі, ступінь зараженості зерна шкідниками визначається саме за їх вмістом.

Зараженість шкідниками партії будь-якого зерна, незалежно від її цільового призначення стандартами не допускаються. При зараженості партії зерна кліщем 1-го, 2-го ступеня партія приймається із знижкою ціни в 0,5 %. Зараження зерна більшістю шкідників (комах і кліщів) відбувається на токах, у сховищах, за використання зерноочисних машин, устаткування, тари тощо.

Обов'язковим щорічним заходом підготовки зерносховищ до приймання нового врожаю є їхня повна дезинфекція.

1.2. Фізичні властивості зернової маси та їх значення при післязбиральній доробці й зберіганні

Зернова маса володіє певними фізичними властивостями, які необхідно враховувати в практиці зберігання. Правильне використання цих властивостей під час транспортування, доробки й зберігання дозволяє значно поліпшити якість партій зерна та зменшити втрати в елеваторно-складському господарстві. Особливого значення набуває використання фізичних властивостей зернової маси у зв'язку з механізацією й автоматизацією процесів доробки, сушіння, застосуванням пневматичного транспорту та зберіганням великих партій зерна.

До фізичних властивостей зернової маси належить:

1. сипкість;
2. самосортування;
3. шпаруватість;
4. сорбційні властивості;
5. теплофізичні властивості: теплоємність; теплопровідність; температуропровідність; термовологопровідність.

Сипкість зернових мас має велике практичне значення: для завантаження (розвантаження) їх у різні за розмірами і формою транспортні

засоби (автомашин, вагони, судна) й сховища (засіки, склади, елеватори). Ступінь завантаження сховища залежить саме від сипкості зернової маси: чим вона вища, тим легше і компактніше заповнюється місткість. Сипкість враховують і при статичних розрахунках при побудові сховищ (тиск зернової маси на підлогу, стіни, інші конструкції).

Сипкість будь-якої зернової маси залежить від:

1. форми, розміру, характеру і стану поверхні зерен;
2. вологості зерна;
3. кількості та видового складу домішок;
4. матеріалу, форми і стану поверхні, по якій самопливом рухається зернова маса.

Найбільшою сипкістю володіють зернові маси із зернами кулястої форми (горох, просо, люпин), відповідно при відхиленні форми зерен від кулястої сипкість зменшується (рис, овес, ячмінь).

За великого вмісту легких домішок (соломи, полови), за значного вмісту насіння бур'янів з чіпкою і шорсткуватою поверхнею сипкість зернової маси значно знижується.

Самосортування. Будь-яка зернова маса складається з певних часток, різних за абсолютною і питомою вагою, які спричиняють її неоднорідність. За переміщення зернової маси важкі частини опускаються до основи сховища, легкі навпаки – залишаються на поверхні утвореного насипу або відкидаються до стін сховища. Самосортуванню сприяє парусність – опір, який чинить повітря переміщенню кожної окремої частини. Важкі зерна і домішки володіють меншою парусністю, тому швидко прямовисно опускаються до основи сховища, легкі зерна і домішки володіють більшою парусністю, тому опускаються повільніше і залишаються на поверхні насипу.

При зберіганні зернової маси самосортування – явище негативне, оскільки в насипі утворюються неоднорідні за фізіологічною активністю та шпаруватістю ділянки, що дуже часто є передумовою виникнення процесу самозігрівання.

Шпаруватість – це сукупність шпар (міжзернових просторів) заповнених повітрям (табл. 1).

Величина шпаруватості залежить від:

1. вологості зернової маси (із збільшенням вологості зменшується сипкість, відповідно і щільність укладання)
2. розміру і кількості домішок (великі домішки збільшують шпаруватість, дрібні зменшують, оскільки легко розміщуються в шпарах).
3. однорідності зерен зернової маси за розміром (наявність великих і дрібних зерен зменшують шпаруватість).

Таблиця 1 – Об’ємна маса і шпаруватість зерна

Культура	Маса 1 м ³ , кг	Шпаруватість, %
Пшениця	730 – 840	35 – 45
Жито	680 – 750	35 – 45
Ячмінь	580 – 700	45 – 55
Овес	400 – 550	50 – 70
Гречка	560 – 650	50 – 60
Просо	680 – 730	30 – 50
Кукурудза	680 – 820	35 – 55
Горох	750 – 800	40 – 45
Соняшник олійний	400 – 550	50 – 65
Льон	580 – 680	35 – 45

Для зернової маси характерні такі **сорбційні явища**: адсорбція, абсорбція, капілярна конденсація, хемосорбція.

Здатність зернової маси до сорбції спричинена двома факторами:

1. капілярно-пористою колоїдною структурою зернини;
2. шпаруватість зернової маси.

Адсорбція – зміна концентрації речовини на межі поділу фаз. Адсорбційна рівновага, тобто рівноважний розподіл речовин між пограничним шаром і суміжними фазами – є динамічною рівновагою, яка швидко встановлюється.

У ряді випадків поглинання однієї речовини іншою не обмежується поверхневим шаром, а відбувається у всьому об'ємі сорбенту. Таке поглинання називається абсорбцією (приклад – розповсюдження газів за газациї зерна у насипі).

Поглинання однієї речовини іншою, що супроводжується хімічними реакціями, називають хемосорбцією (накопичення глікозиду абсентину в зерні, що спричиняє його гіркий смак).

Капілярна конденсація полягає у зрідженні водяної пари у мікропористих сорбентах (кінцеві етапи самозігрівання).

Вологообмін між зерною масою і повітрям, що стикається з нею відбувається безперервно. Залежно від параметрів повітря (його вологості й температури) та стану зернової маси вологообмін відбувається в двох протилежних напрямках:

а.) передача вологи від зерна до повітря (десорбція – зворотній сорбції процес) спостерігається тоді, коли парціальний тиск водяних парів над поверхнею зерна більший від парціального тиску водяних парів у повітрі.

б.) зволоження зерна внаслідок вбирання (сорбції) вологи з навколишнього повітря, спостерігається тоді, коли парціальний тиск водяних парів над поверхнею зерна менший від парціального тиску водяних парів у повітрі.

Вологообмін між повітрям і зерном припиняється коли парціальний тиск водяної пари у повітрі й над поверхнею зерна однаковий – створюється стан динамічної рівноваги. Вологість зерна, яка відповідає цьому стану, називається рівноважною. Зміни вологості зернової маси носять чітко виражений сезонний характер, оскільки насиченість повітря вологою в різні місяці дуже різна. Процеси сорбції і десорбції відбуваються в зерновій масі,

відповідно, до різної вологості компонентів зернової маси. У свіжозібраній зерновій масі відбувається швидкий перерозподіл вологи між основним зерном і насінням бур'янів.

Теплофізичні властивості. Питома теплоємність – це кількість тепла необхідна для нагрівання 1 кг зерна. Так, питома теплоємність абсолютно сухого зерна становить 0,36 – 0,37 Дж / кг x град.

Із збільшенням вологості зерна зростає теплоємність і його питома теплоємність (за вологості пшениці в 20 % його питома теплоємність становить 0,53 Дж / кг x град).

Питому теплоємність враховують за теплового сушіння зерна, оскільки витрати палива на 1 кг випареної вологи залежить від початкової вологості зерна. За підвищеної вологості в 20 – 25 % зерно швидше віддає вологу, ніж за 16 – 17 %.

Теплопровідність – швидкість поглинання тепла зерновою масою. Коефіцієнт теплопровідності зернової маси становить 0,1 – 0,2 Дж/м x год. x град, і характеризується як дуже низький, для порівняння добра теплопровідність коливається в межах 60 – 360 Дж/м x год. x град). Низька теплопровідність зернової маси пояснюється її органічним складом, і наявністю повітря, коефіцієнт теплопровідності якого також низький і становить 0,02 Дж/м x год. x град. Із збільшенням вологості зернової маси її теплопровідність зростає в незначній мірі, оскільки теплопровідність води 0,5 Дж/(м x год. x град).

Температуропровідність – швидкість зміни t в зерновій масі, яка характеризується коефіцієнтом температуропровідності. Для зернової маси коефіцієнт температуропровідності дуже низький і коливається в межах $0,15 - 6,85 \times 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ (для порівняння у добрих провідників температури він коливається в межах $3700 - 4000 \times 10 \text{ м}^2/\text{с}$). Це має позитивні й негативні сторони. Позитивне те, що своєчасне охолодження зернової маси (на початку зберігання) й надалі правильно організоване зберігання дозволяють тривалий час підтримувати в ній порівняно низьку температуру. Отже, зернову масу

можна консервувати холодом. Негативним є те, що навіть за оптимальних умов зберігання тепло, яке виділяється внаслідок життєдіяльності компонентів зернової маси, може затримуватися в певній ділянці і призвести до підвищення температури та самозгрівання.

Термовологопровідність. Доведено, що волога в зерновій масі переміщується разом з потоком повітря. Явище міграції вологи в зерновій масі зумовлене градієнтом температури називається термовологопровідністю (термовологодифузією). Під дією термовологопровідності відбувається переміщення вологи в холодніші шари і ділянки зернової маси. Воно спостерігається за нерівномірною нагрівання стін силосів, розміщенні теплої зернової маси на бетонних, заасфальтованих підлогах складу, великій різниці між температурою повітря і зерна, під час його сушіння на сонці. Переміщення вологи в напрямку потоку тепла може призвести до конденсації водяних парів, тобто утворення краплинної води в окремих ділянках зернової маси. Це явище інколи досягає таких розмірів, що стає можливим бубнявіння зерен, а інколи навіть їх проростання і самозгрівання.

1.3. Фізіологічні процеси, які відбуваються у зерновій масі під час зберігання

Процеси, які відбуваються в зерновій масі внаслідок життєдіяльності живих компонентів, що входять до її складу, називаються фізіологічними. До них належать: дихання та післязбиральне досягання.

За неналежних умов зберігання проявляються такі небажані фізіологічні процеси як проростання та самозгрівання.

Основним фізіологічним процесом, що відбувається в зерні для підтримання життєдіяльності при зберіганні є **дихання**. При зберіганні зерна спостерігається як аеробне дихання, так і анаеробне дихання, в процесі яких відбувається дисиміляція (розклад) цукрів (гексоз).

Аеробний процес дисиміляції, коли спостерігається повне окислення глюкози, яка утворилася в результаті гідролізу запасної пластичної речовини – крохмалю під дією ферментів, описується рівнянням:



Анаеробний процес дисиміляції (анаеробне дихання), коли спостерігається неповне окислення глюкози, тобто спиртове бродіння, описується рівнянням:



За достатнього доступу до зернової маси повітря (дотримання параметрів режиму зберігання) в зерні переважає процес аеробного дихання; за певних відхилень параметрів режиму зберігання спостерігається анаеробне дихання як пристосувальний процес зерна до несприятливих умов оточуючого середовища.

Тип дихання, його інтенсивність можна визначити за дихальним коефіцієнтом: $ДК = CO_2/O_2$. За аеробного дихання $ДК=1$, за анаеробного дихання $ДК<1$.

ДК залежить від багатьох факторів: роду зерна (насіння), спрямованості фізіологічних (біохімічних) процесів, що відбувається в ньому, надходження повітря до зернової маси, її вологості.

Отже, в результаті дихання в зерні відбувається такі зміни:

1. Втрата в масі сухих речовин зерна;
2. Збільшення кількості гігроскопічної вологи в зерні і підвищення відносної вологості повітря міжзернових просторів;
3. Зміна складу повітря міжзернових просторів;
4. Нагромадження тепла в зерновій масі.

Окислені розкладені гексози (глюкоза) є незворотною втратою частини сухих речовин. Величина цих втрат залежить від інтенсивності дихання. Вода, що виділяється при диханні, дуже часто спричиняє інтенсивний розвиток мікроорганізмів, утворення конденсаційної вологи на поверхні

зерен (відпотівання) – особливо інтенсивно відбуваються ці процеси в свіжозібраній зерновій масі з підвищеною фізіологічною активністю.

Якщо зернову масу в процесі зберігання (особливо на початкових етапах) не перемішувати, вуглекислий газ як більш важкий компонент повітря міжзернових просторів затримується у внутрішніх ділянках насипу, що призводить до переходу зерна на анаеробне дихання, кінцевий результат якого етиловий спирт дуже пригнічує всі життєві функції зерна.

Оскільки зерно (насіння) в процесі зберігання перебуває в стані спокою (фізіологічні (біохімічні) процеси хоча й повільно, але відбуваються в зерні) все тепло (енергія) яке виділяється при аеробному диханні (674 ккал) та при анаеробному диханні (28,2 ккал) переміщується в навколишнє середовище.

В зв'язку з низькою теплопровідністю зернової маси тепло може затримуватися в ній і сприяти самозігріванню.

Інтенсивність дихання залежить від двох груп факторів:

1. фактори, які впливають на інтенсивність дихання в будь-якій зерновій масі: вологість, температура, ступінь аерації зернової маси.
2. фактори, які мають істотне значення тільки за зберігання окремих партій зерна й впливають із їх специфічних особливостей.

Ще одним фізіологічним процесом, що відбувається на початкових етапах зберігання зернової маси є його **післязбиральне досягання**.

Післязбиральне досягання – це комплекс фізіологічних (біохімічних) процесів, що відбувається в зерні (насінні) за зберігання, та призводить до поліпшення посівних та технологічних якостей (або період від збирання до настання повної схожості насіння). Наприклад, для зерна пшениці він становить 30 – 40 днів, кукурудзи – кілька днів. До часу зберігання зерна воно не досягає повної стиглості, в ньому не закінчені процеси вторинного синтезу, тому для досягнення відповідних посівних та технологічних якостей – зерну необхідний певний термін (відлежування). Здатність до проростання у свіжозібраному зерні гальмується наявністю різних хімічних сполук (оцтовий і мурашиний альдегід), поганою

газопроникністю і водопроникністю оболонок зерна, особливим етапом протоплазми клітин зародка.

Післязбиральне досягання відбувається тільки тоді, коли синтетичні процеси в зерні переважають над гідролітичними й, в кінцевому результаті настає період спокою. Це можливо тільки за низької вологості зерна (нижче критичної або в її межах).

У свіжозібраному зерні з підвищеною вологістю переважають гідролітичні процеси. Слід негайно провести теплове сушіння зернової маси, та зупинити гідролітичні процеси. Зібране зерно нормально досягає тільки за достатньо високої додатньої температури (15 – 30 °C), в цей період його не слід переохолоджувати, оскільки можна загальмувати процеси післязбирального досягання. Зернову масу, яку періодично провітрюють, просушують, може завершити післязбиральне досягання.

Зерно з підвищеною вологістю і законсервоване шляхом охолодження може пройти процес післязбирального досягання протягом деякого часу після зниження його вологості й підвищення температури в насипі, проте схожість та енергія проростання такого насіння не досягають можливого максимуму. Слід зауважити, що в зерновій масі з підвищеною вологістю процес післязбирального досягання не завершиться, а буде перерваний у перші ж дні зберігання, активізуються гідролітичні процеси, що неминуче спричинить втрати маси зерна, погіршення товарних і посівних якостей. Тому для зберігання партій вологого й сирого свіжозібраного зерна усі зусилля повинні спрямовуватися на гальмування процесів життєдіяльності, створення умов, які обмежують ферментативні процеси в клітинах мікроорганізмів, що містяться на поверхні зерна.

Отже, перший період зберігання зерна нового врожаю за активністю і різноманітністю процесів, які відбуваються в ньому, найскладніший. У цей період необхідний правильний підхід до організації зберігання партії зерна з різною вологістю. За усіма партіями свіжозібраного зерна повинен бути постійний контроль температури та його загального стану.

Можливість оптимального післязбирального досягання визначають: початкова вологість зерна, температура зберігання, сприятливі умови для газообміну.

Проростання зерна – спостерігається за неправильної післязбиральної доробки або неправильного вибору режиму зберігання або його порушення. В насипі можуть проростати як окремі зерна, так і цілі шари зернової маси. Проростання під час зберігання призводить до зниження якості зерна та його псування.

Для проростання зерна необхідні певні умови – достатня вологість, оптимальна температура і доступ повітря. Зерно починає проростати тільки за наявності та, відповідно, поглинання крапельно-рідкої вологи, що часто є наслідком процесу конденсації вологи за різких перепадів температури.

Проросле зерно збільшується в об'ємі внаслідок поглинання води гідрофільними колоїдами, головним чином білками і крохмалем, які за участі ферментів перетворюються на добре розчинні речовини, що легко проникають крізь оболонки клітин. Вміст сухої речовини (запасних вуглеводів) в такому зерні значно зменшується, зростає вміст розчинних у воді речовин (моноцукрів), оскільки на проростання й підвищення інтенсивності його дихання витрачається велика кількість органічних сполук ендосперму. Під час проростання зерна спостерігаються також морфологічні зміни в його структурі: розвиваються клітини і тканини зародка, з'являється паросток, зародковий корінець. Зерно практично втрачає сипкість.

Борошно з пророслого зерна солодке на смак, що знижує його хлібопекарські властивості. Крім того, при переробці на борошно змінюються режими підготовки його до розмелювання та самого розмелювання.

Для запобігання явища проростання зерна, необхідно систематично спостерігати за вологістю та температурою зернової маси в окремих ділянках і шарах, перевіряти її на вміст домішок, пророслих зерен, стежити за розвитком шкідників хлібних запасів.

Самозігрівання зерна – найнебезпечніше явище, яке призводить до значних кількісних втрат та повної втрати його споживчих властивостей.

Тепло в зерновій масі утворюється і нагромаджується внаслідок:

1. інтенсивного дихання зерна основної культури, зерен і насінин, які входять до складу домішок.
2. активного розвитку мікроорганізмів.
3. інтенсивної життєдіяльності комах і кліщів.

Через низьку теплопровідність і температуропровідність насипу тепло накопичується та спричиняє явище самозігрівання. Явище самозігрівання поділяють на три види: гніздове, шарове, суцільне.

Гніздове самозігрівання виникає внаслідок:

1. Зволоження певної ділянки зернової маси внаслідок недостатньої гідроізоляції стін сховища.
2. Засипання в одне сховище (засіку) зерна з різною вологістю, внаслідок чого утворюються осередки (гнізда) з підвищеною вологістю.
3. Утворення в зерновій масі ділянок з підвищеним вмістом домішок і пилу (мікроорганізмів) від засипання в одне сховище (засіку) різнорідного за вмістом домішок зерна.
4. Скупчення комах і кліщів в одній ділянці насипу.

Шарове самозігрівання – за якого зерно в насипі зігрівається в певному горизонтальному або вертикальному шарі, близько розташованому від підлоги або стін сховища. Залежно від того, в якій ділянці зернового насипу утворюється такий шар, розрізняють шарове самозігрівання верхове, низове або вертикальне

Верхове найчастіше спостерігається пізньої осені або весною. Восени самозігріваються партії свіжозібраного зерна, якщо вони не були своєчасно в достатній мірі охолоджені.

Весною, коли внутрішня частина зернової маси має низьку температуру, а поверхневі шари її прогріваються теплим повітрям, можлива конденсація водяних парів і посилення фізіологічних процесів. Весняне

верхове самозігрівання особливо характерне для теплої ранньої весни після зими із сильними морозами. За різкого перепаду температур верхове самозігрівання в цей період спостерігається в сухих зернових масах і навіть у тих, що довго зберігаються.

Низове самозігрівання зазвичай локалізується у нижній частині зернової маси на відстані 20 – 50 см від підлоги горизонтальним шаром. Це найнебезпечніший вид шарового самозігрівання, оскільки тепло, що утворюється в нижніх ділянках насипу, передається вище розміщеним шарам і вся зернова маса протягом короткого періоду самозігрівається. Низове самозігрівання, як правило, виникає восени при завантаженні свіжозібраного неохолодженого зерна у склади з холодними підлогами.

Вертикальне самозігрівання найчастіше спостерігається за зберігання у силосах елеватора, в складах, коли зернова маса стикається зі зволоженою стіною. Іноді цей вид самозігрівання може бути викликаний охолодженням або нагріванням однієї із стін складу. Наприклад, за зберігання насіння в засіках, одна зі стін яких зовнішня, може бути вертикальне шарове самозігрівання. Такого самозігрівання можна уникнути, якщо стінки засіки віддалені від зовнішньої стіни складу на 50 – 60 см.

Суцільне – це коли вся зернова маса самозігрівається. Проявляється в зерновій масі з високою вологістю, великою кількістю домішок і недостиглого зерна.

Стадії суцільного самозігрівання:

1. Початкова – температура зернової маси сягає 24 °С. Зернова маса втрачає блиск, з'являються плісеневі гриби. Зерно використовують тільки на комбікорм.
2. Температура зернової маси сягає 30 – 35 °С. Зерно сіріє, набуває різкого затхлого запаху. Зерно використовують для технічної переробки.

3. Завершальна. Температура зернової маси сягає 50 °С і більше. Зерно темніє, зернова маса перетворюється в моноліт, повністю втрачає сипкість. Зерно використовують тільки на добрива.

За зберігання зернових мас необхідне постійне, систематичне спостереження за станом партій зерна, що зберігаються. Слід пам'ятати, що процес самозігрівання, який розпочався в зерновій масі, пройде всі стадії підвищення температури й тільки активне втручання людини, може забезпечити ліквідацію цього процесу.

1.4. Довговічність зерна

Період, протягом якого зерно й насіння зберігають свою споживну якість (посівні, технологічні і продовольчі властивості) називають **довговічністю**.

У насінництві зернових культур розрізняють біологічну й господарську довговічність. Під біологічною довговічністю розуміють проміжок часу, протягом якого в партії або зразку зберігаються здатними до проростання хоча б одиничні насінини. Більше значення для практики має господарська довговічність, тобто період зберігання насіння, протягом якого його схожість залишається кондиційною і відповідає вимогам державного нормування.

Термін зберігання товарних партій зерна, який забезпечує їх якість для використання на харчові, фуражні або технічні потреби характеризує технологічна довговічність зерна. При плануванні обсягів зберігання, особливо резервних і страхових фондів, слід враховувати, що зерно різних культур має неоднакову біологічну та технологічну довговічність.

Біологічна довговічність є спадковою ознакою і значно впливає на тривалість зберігання зерна. За біологічною довговічністю всі культури розподіляють на три групи – мікробіотики, мезобіотики і макробіотики. Так, до мікробіотиків (маловічних) належать жито, просо, соняшник, соя, ріпак, біологічна довговічність яких складає 3 – 5 років; до мезобіотиків

(середньовічних) – кукурудза, ячмінь – 5 – 10 років; до макробіотиків (довговічних) – пшениця, овес, сорго, горох – 10 – 15 років. Наведені терміни біологічної довговічності стосуються лише сухого зерна за умови дотримання режиму зберігання. Необхідно враховувати, що на довговічність впливають ще й сортові відмінності в межах кожної культури.

Технологічна довговічність обумовлюється вологістю зерна, температурою зернової маси, режимами сушіння і сепарування. Технологічну довговічність зерна за зберігання посилюють: аерація, вентилявання, охолодження, знезараження та консервування зернової маси. Виконання цих операцій залежить від конструкції сховища, стану й цільового призначення зерна.

Аерація – примусове провітрювання зерносховища. Проводиться з метою очищення повітря від продуктів дихання і життєдіяльності зернових мас (діоксиду вуглецю (CO_2), етилену (C_2H_4), парів води та етилового спирту ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)). Найчастіше застосовується за зберігання зерна насипом в наземних зерносховищах, де відсутня система активного вентилявання.

Вентилювання – примусове продування повітря крізь зернову масу. Проводять з метою просушування чи охолодження зерна, насичення його киснем. Просушування виконується лише тоді, коли фактична вологість зерна перевищує рівноважну, оскільки можливе зволоження зернової маси. Під впливом вентилявання прискорюється проходження післязбирального досягання, покращуються технологічні й посівні якості зерна. Тому зерносховища необхідно обладнати системою активного вентилявання.

Різновидом активного вентилявання є охолодження, яке має надзвичайно важливе значення у практиці зберігання, оскільки за відносно невеликих енергозатрат підвищує стійкість і тривалість зберігання зерна, пригнічує і призупиняє розвиток шкідників і патогенних мікроорганізмів. Вважається, що охолоджувати зерно потрібно до температури 8 – 10°C і нижче, при такому режимі майже призупиняється діяльність всіх шкідливих організмів наявних в зерновій масі.

Знезараження – застосування хімічно активних речовин, які пригнічують або ж повністю знищують комірних шкідників. Знезараження – це швидкий і радикальний прийом, який включає вологу й аерозольну обробку, фумігацію, протруєння. Вологу й аерозольну обробку застосовують переважно для знезараження приміщень, зернохосовищ, машин і обладнання, прискладських територій.

Фумігацію (газову обробку) проводять для знезараження зерна і зернохосовищ. Останнім часом для цього використовують препарати на основі фосфіну.

Протруєння є обов'язковим заходом передпосівної підготовки насіння більшості зернових, зернобобових і технічних культур. Для зниження витрат отрутохімікату протруєння бажано поєднувати з застосуванням регуляторів росту.

Консервування не потребує значних енергозатрат, тому останнім часом набуває нового розвитку в технологіях зберігання зерна. Його основою є дія консерванту – хімічної речовини (органічні й мінеральні кислоти, які додаються до зернової маси та інертні гази для обробки і насичення насипу зерна) або ж отримання природних консервантів за рахунок герметизації, тобто самоконсервування. Будь-яке зерно – сухе, вологе, сире – підлягає консервуванню. Сухе зерно консервують шляхом використання інертних газів – азоту, диоксиду вуглецю. Для вологого зерна краще підходять хімічні консерванти.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що таке зернова маса ? Назвати та охарактеризувати її компоненти.
2. Дати характеристику фізичним властивостям зернової маси.
3. Назвати та охарактеризувати фізіологічні процеси, які відбуваються в зерновій масі при зберіганні.
4. Проростання зерна, заходи з попередження.
5. Явище самозігрівання, види, заходи з попередження.
6. Що таке довговічність зерна, види.

РОЗДІЛ 2

Післязбиральна доробка зерна

За оптимальних умов вирощування, використання районованих сортів зернові культури здатні давати першокласне насіння й сировину для продовольчих і фуражних цілей, які необхідно зберегти без значних втрат у масі та якості.

У процесі збирання зерно має вигляд неоднорідної зернової маси, до якої, крім зерна основної культури, входять різні домішки органічного і мінерального походження. Особливо небажаними є листостеблові частини бур'янів, які, зазвичай мають підвищену вологість. Тому зібране зерно обов'язково піддають післязбиральній доробці для доведення його до стану стійкого при зберіганні.

Особливу увагу за обмолоту слід приділити зниженню травмування зерна. Для цього треба правильно відрегулювати робочі органи комбайна з урахуванням фізико-механічних властивостей обмолочуваного матеріалу. Збільшена подача (у допустимих технічних межах) хлібної маси до молотарки знижує пошкоджуваність зерна в 1,4 – 1,6 рази. Зазори молотильного барабана мають бути встановлені в оптимальних межах. Слід звернути увагу також на вологість зерна: дуже сухе або занадто вологе травмується більше.

Післязбиральна доробка зерна включає низку операцій, які проводять залежно від стану, призначення та особливостей культури. До основних операцій післязбиральної доробки зерна належать: приймання й розміщення свіжозібраного зерна на току; попереднє його очищення; тимчасове консервування вологого зерна; сушіння; очищення насіння від домішок; сортування на фракції за величиною; закладання на зберігання насіння, яке за потреби знезаражують, калібрують і затарюють у мішки.

Слід пам'ятати, що технології післязбиральної доробки зерна повинні ґрунтуватися на правильному підборі зерноочисного й сушильного

обладнання. Потрібно цілеспрямовано на етапах попереднього й основного очищення застосовувати поділ зернової маси на різноякісні за своїм складом фракції для подальшого роздільного очищення та сушіння цих фракцій. Такий підхід дає змогу знизити затрати на післязбиральну доробку, зменшити кількість пропускань зерна через агрегати та, відповідно, значно зменшити механічні пошкодження його під час обробки. Для правильного вибору технічних засобів і режимів роботи механізмів з післязбиральної підготовки зерна та насіння важливо визначити вплив механічних пошкоджень на посівні та технологічні якості, здатність до травмування різних елементів потокової лінії і методи попередження або зниження пошкодження зерна чи насіння.

Таким чином, для післязбиральної доробки важливо правильно визначити технологію, вибрати машини, налагодити їх, встановити якість зерна. Останнім часом для цього пропонують низку машин і обладнання вітчизняного та закордонного виробництва, але не всі вони функціонально пристосовані до особливостей обробки окремих культур. Правильно здійснена післязбиральна доробка зернових мас покликана підвищити їхню стійкість під час зберігання та поліпшити якість. Цей процес досить відповідальний, оскільки є завершальним етапом виробництва зерна, а для насінневого – ще й початком нового виробництва

Перед початком збиральних робіт, готують зерносклади (токи), перевіряють роботу і комплектність техніки для післязбиральної доробки врожаю. У зерноскладах звільняють приміщення від залишків зерна, проводять дезінфекцію препаратами, рекомендованими для знезараження. Із урахуванням об'ємів заготівлі й асортименту культур складають план їхнього розміщення (рис. 1).

Якість зернової культури, що надходить після збирання та обмолочування комбайнами на тік, оцінюють для визначення технології післязбиральної доробки (потреби в сушінні, відповідних зерночисних

машинах) та подальшого режиму зберігання. Режим технологічних процесів установлюють і залежно від цільового призначення зернової маси.



Рис. 1. Зерносклад приймає новий врожай

Зерновий потік, що надійшов від комбайна, являє собою механічну суміш різних компонентів, домішок, що характеризуються різною вологістю, засміченістю, заселеністю мікроорганізмами. Визначаючи його якість, формують окремі партії зернових мас за ступенем стиглості, вологістю, засміченістю. Це дає змогу встановити режим короткочасного зберігання залежно від якості зерна, мінімальний набір зерноочисних машин, запобігати зайвим обробкам зерна, які призводять до підвищення його травмованості. Визначивши якісний склад зернової та смітної домішок, для кожної зерноочисної машини підбирають певний набір сит, установлюють режим аспірації (вентилювання).

Очищення може бути попереднім, первинним і вторинним – залежно від чистоти, вологості та призначення зернової маси.

Попереднє очищення зернового невіяного зерна поліпшує технологічні властивості зернової маси (сипкість, однорідність), підвищує продуктивність і надійність роботи транспортерів, розподільних решіт і сушарок. Проводити

його треба негайно, щойно зерно надійде на тік. У разі затримки з очищенням зерно зволожується на 3 – 4% і більше. Очищення багато в чому убезпечує зерно й від самозігрівання. Адже домішки мають вищу вологість і заселені мікрофлорою. Ця операція здійснюється за один пропуск зерна через ворохоочисну машину (рис.2).



Рис. 2. Ворохоочисна машина ОВС-25

Первинному очищенню підлягає все свіжозібране зерно. Під час цієї операції виділяють основну фракцію зерна, відокремлюють крупні і дрібні домішки.

Вторинне очищення виконують у режимі сортування, його застосовують для насіння і продовольчого зерна з метою доведення до норм чистоти, встановлених для кожної культури. За допомогою сортування відбирають фракції із найкращими продовольчими якістьми і посівними властивостями.

Для очищення-сортування застосовують різні повітряно-решітні зерно сепаратори, аспіратори (рис.3). Для відбору важко відокремлюваних домішок використовують трієри, пневмо сортувальні столи, гірки. Зерноочисні машини мають бути укомплектовані змінними робочими органами, аби забезпечити

різні режими сепарування. Режим очищення-сортування добирають до кожної культури окремо. Але в кожному конкретному випадку режим уточнюють, виходячи із фактичної чистоти і крупності зернівки, її вологості. Особливу увагу слід звернути на добір підсівних решіт, які є основними, оскільки визначають вихід і якість насіння та продовольчого зерна.



Рис. 3. Насіннеочисна машина СМ-4

Високу продуктивність та якість очищення забезпечують сепаратори БСХ, КБС, БЦСМ, СС, СПО-50 вітчизняного виробництва, а також сепаратори концерну Cimbria, фірм Petkus, Denis (рис. 4). На очищенні-сортуванні насіння добрі результати показує комплект обладнання, до складу якого входять сепаратори БСХМ-16, пневмосортувальний стіл (ПСС), норії із пластиковими ковшами (рис. 5).

В основу процесу поділу матеріалу на пневмосортувальному столі покладена спроможність насіння зернових культур розшаровуватися у вібропсевдорідинному (віброкиплячому) шарі залежно від комплексу фізико-механічних властивостей насіння.



Рис. 4. Сепаратор BCX-100



Рис. 5. Пневмосортувальний стіл ПСС

Найбільш ефективним способом тимчасового консервування вологого свіжозібраного насіння є активне вентилявання його атмосферним повітрям. Через нерухомий насип зерна пропускають потік зовнішнього холодного

повітря, використовуючи різницю між денною та нічною температурами. Наприклад, у серпні вона становить 8 – 10 °С, а в окремі дні 12 – 14 °С. Насіння зернових (пшениця, ячмінь, овес) з вологістю до 22 % за температури в 15 – 20 °С може зберігатися (без зниження схожості) близько двох тижнів, тоді як з вологістю 24 – 26 % не більше шести-восьми діб. За зниження температури повітря до 10 – 12 °С допустимий термін зберігання можна дещо подовжити. Свіжозібране зерно з вологістю понад 20 % доцільно вентилювати аж до відправлення на сушарку.

Норми витрати повітря за активного вентилювання залежать насамперед від вологості зерна: що вища вологість, то більше повітря треба подавати в насип. Так, за вологості до 20 % норма витрати повітря становить 60 – 120 м³/год. на 1 т; за 21 – 24 %, відповідно, 120 – 180; більш ніж 24 % – 200 м³/год. на 1 т. Наведені норми є середніми як для продовольчого, так і для насінневого зерна даної вологості і складені в розрахунку на повітря з температурою в 20 °С. Якщо ж вентилювання проводять за температури повітря в 5 – 10 °С, ці норми можна трохи зменшити, а висоту насипу зерна збільшити. Витрату повітря регулюють збільшенням або зменшенням об'єму вентильованої партії. Наприклад, для збільшення питомої подачі повітря зменшують висоту насипу. Кількість повітря, потрібна для охолодження 1 т зерна до температури навколишнього середовища з поправкою на втрати, становить 2000 м³. Звідси час, потрібний для охолодження зерна, розраховують діленням 2000 на значення питомої подачі.

За підвищеної витрати повітря (300 – 500 м³/год. на 1 т) час охолодження зернового насипу скорочується до 4 – 6 год., тобто, використовуючи мінімальні добові температури, протягом однієї ночі можна довести температуру зернового насипу до мінімального рівня. Такий режим охолодження перспективний за тимчасової консервації вологого зерна на току.

Сушіння залишається найбільш радикальним і швидким заходом у процесах післязбиральної доробки зерна з підвищеною вологістю після

збирання. Зерно продовольчого призначення можна нагріти в процесі сушіння до 50 – 60 °С.

Зародок зерна містить дуже чутливі до температури водорозчинні білки – альбуміни. За температури понад 41 – 42 °С білки зародка, наприклад пшениці, денатурують, і насіння втрачає схожість. Білки клейковини більш термостійкі, однак температура нагрівання нормальної, міцної і слабкої за пружністю клейковини сильної пшениці не має перевищувати відповідно 50, 45 і 55 °С. Тому для насіння, допустима температура нагрівання становить 40 – 45 °С, а агента сушіння – 55 – 70 (для шахтних зерносушарок) і 90 – 130 °С (для барабанних зерносушарок). Допустиму температуру нагрівання насіння також узгоджують з вологістю. Так, насіння з вологістю в 26 – 30 % нагрівають під час сушіння до 38 – 40 °С, а вологістю 18 – 20 % до 45 °С.

Слід пам'ятати, що зниження вологості за одне проходження насінневого зерна через шахтну сушарку становить лише 4 – 5, а через барабанну – 3 – 4 %. Тому для зерна з високою вологістю, яке висушують за кілька проходів через сушарку, рекомендують ступінчасті температурні режими. Для першого проходження застосовують знижену температуру агента сушіння й нагрівання зерна, а надалі ці показники підвищують.

Як барабанні (рис. 6), так і шахтні зерносушарки (рис. 7) мають чимало недоліків: потреба повторних проходжень, нерівномірність нагрівання насіння в сушильній камері чи барабані, низька продуктивність, недотримання стабільного режиму. В шахтних сушарках не можна сушити насіння з початковою вологістю понад 30 % і з високою засміченістю.

Камерні та колонкові сушарки (рис. 8) з активним вентиляванням підігрітим повітрям, навпаки, дають змогу одночасно висушувати великі партії насіння (по 30-50 т), у тому числі і зернових культур з будь-якою початковою вологістю й засміченістю.

Найвища збереженість насіння зернових забезпечується за складування добре просушеного й охолодженого зерна вологістю до 14 %.

За стаціонарного зберігання сухого зерна, яке пройшло післязбиральну доробку, серйозних труднощів зазвичай не виникає. Достатньо підтримувати вибраний режим і систематично контролювати стан зерна: температуру насипу, вологість, показники свіжості, зараженість шкідниками.



Рис. 6. Барабанна зерносушарка



Рис. 7. Шахтна зерносушарка



Рис. 8. Колонкова зерносушарка

Зерно різних культур відрізняється умовами сушіння. Так, зерно пшениці та жита має товсту оболонку, що сповільнює випаровування з нього вологи, але завдяки високій термостійкості його можна нагрівати до 60 °С, і процес сушіння проходить інтенсивно за температури сушильного агента до 90 °С. Головною особливістю сушіння зерна кукурудзи є його низька вологовіддача порівняно із зерном інших зернових культур. Тому під час сушіння зерна кукурудзи необхідно забезпечити максимальну подачу тепла і повітря з температурою теплоносія 120 °С.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що таке післязбиральна доробка зерна?
2. Назвати та охарактеризувати основні операції післязбиральної доробки зерна.
3. Охарактеризувати етап очищення зерна.
4. Назвати зерноочисні механізми.
5. Сушіння зерна, типи сушарок.

РОЗДІЛ 3

Основні режими і способи зберігання зерна

Зберігання зерна – це система техніко-технологічних, нормативно-правових та економічно-регулятивних заходів, спрямованих на подовження терміну господарської придатності зерна.

Техніко-технологічні заходи – це комплекс процесів з приймання зерна, його підготовки до зберігання, а також безпосередньо технологія зберігання.

Нормативно-правові заходи – це комплект документів, які встановлюють порядок зберігання зерна та відповідальність за це.

Економічно-регулятивними заходами є організація різних форм закупівлі та реалізації врожаю зерна відповідно до конкретних умов року, тарифікація послуг зі зберігання зерна, обмежувально-стимулювальні заходи, у тому числі квотування.

Режим зберігання – це сукупність оптимальних параметрів середовище утворюючих факторів: температури, відносної вологості повітря та складу газового середовища.

Режими й способи зберігання зерна ґрунтуються на його властивостях, які були описані вище. Правильне використання взаємозв'язків цих властивостей та взаємодії між зерною масою і навколишнім середовищем забезпечує найбільшу технологічну та економічну ефективність за зберігання.

На стан і збереженість зерна впливають наступні чинники: вологість і температура зернової маси й навколишнього середовища; доступ повітря до зернової маси (ступінь аерації). Дані чинники покладені в основу режимів зберігання.

Вибір режиму зберігання визначається декількома чинниками, серед яких першочергово слід враховувати: 1.) якість зерна; 2.) кліматичні умови місцевості, де зберігається зерно; 3.) технічні можливості господарства, тобто

тип зерносховища, розміри місткостей тощо; 4.) цільове призначення партій зерна 5.) економічну доцільність застосування того чи іншого режиму.

На практиці застосовують три основні режими зберігання

зернових мас:

- в сухому стані, тобто з вологістю до критичної;
- в охолодженому стані (коли температура зерна знижена до меж, за яких значно гальмуються життєві функції компонентів зернової маси);
- без доступу повітря (в герметичному стані);

і можна виокремити четвертий режим:

- хімічне (біологічне) консервування, залежно від стану і призначення врожаю.

3.1. Зберігання зерна в сухому стані

Цей режим зберігання ґрунтується на принципі анабіозу (вид – ксероанабіоз), тобто усуненні дії на сухе зерно основного фактора його псування під час зберігання – мікроорганізмів. На сьогодні, це основний режим зберігання зерна та насіння в усьому світі.

У зерновій масі, яка знаходиться у сухому стані гальмуються фізіологічні процеси всіх її компонентів. В межах до критичного вмісту води в зерні і насінні фізіологічні процеси проявляють себе лише у формі сповільненого дихання і не мають практичного значення. Відсутність вільної води, та, відповідно, її безпосередньої участі у процесах обміну речовин у клітинах зерна не дає можливості розвиватись мікроорганізмам і кліщам, а також деяким комахам.

Сухі зернові маси можна зберігати без переміщення в складах 4 – 5 років.

Режим зберігання насіння в сухому стані – основний захід підтримання його високої життєздатності у партіях посівного матеріалу всіх культур та

якості зерна продовольчого призначення протягом усього строку його зберігання.

Зернова маса усіх злакових і бобових культур з вологістю в межах 12 – 14 % знаходиться в анабіотичному стані. Для олійних культур (зі вмістом олії в 25 – 30 %) такий стан спостерігається за вологості в 10 – 11 %, а зі вмістом в 40 – 50 % олії за вологості в 6 – 8 %. Оскільки вміст вологи в зерні при тривалому зберіганні може дещо підвищуватися внаслідок сорбції з повітря, найкраща його стійкість забезпечується за вологості в 12 – 13 %. Отже, оптимальна норма вологості для тривалого зберігання виробничих партій насіння має бути на 1 – 2 % нижчою за критичну вологість. Остання неоднакова у різних культур і залежить від хімічного складу зерна. Чим більше в насінні жиру, тим швидше у ньому з'являється вільна волога, а отже, тим менша вологість (6 – 8 %) може забезпечити його надійну збереженість.

Сухе насіння зазвичай зберігають насипом заввишки 10 – 12 м. Тому в сучасних насіннесховищах насіння завантажують на максимальну їх висоту, яка допустима згідно з технічними умовами експлуатації. За складування насіння високим насипом сховище використовується краще, створюються сприятливіші умови для збереженості його якості, оскільки його температура та вологість зазнають менших коливань, ніж у зерновому насипі невеликої висоти.

Систематичне спостереження за станом партій сухого зерна, їх своєчасне охолодження і достатня ізоляція від умов довкілля (різких коливань температури зовнішнього повітря і його вологості) забезпечує зберігання такого зерна з мінімальними втратами протягом декількох років. Неретельний догляд за зерновими масами або взагалі його відсутність можуть спричинити псування партій зерна (насіння) з вологістю, нижчою від критичної. Основною причиною псування є розвиток комах, здатних існувати й навіть розмножуватись у зерні з вологістю, нижчою від критичної. Для

запобігання цьому потрібно охолоджувати і сухі зернові маси, зменшуючи їх температуру до межі, яка виключає активну життєдіяльність комах.

Іншою причиною псування сухої зернової маси є утворення краплинної вологи і, відповідно, підвищення вологості в певній ділянці внаслідок перепаду температур і явища термовологопровідності.

Отже, зберігання сухих зернових мас не виключає необхідності систематичного спостереження і догляду за ними.

3.2. Зберігання зерна в охолодженому стані

Цей режим базується на принципі анабіозу (вид – термоанабіоз). Охолодження, як і зниження вологості, різко гальмує інтенсивність усіх біологічних процесів у зерновій масі, пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів, може призвести до загибелі великої частини комах. Він обґрунтований чутливістю усіх живих компонентів зернової маси до знижених температур. Життєдіяльність зерна, насіння бур'янів, мікроорганізмів, комах і кліщів за знижених температур різко послаблюється або й зовсім припиняється.

Для охолодження зерна використовують атмосферне й штучно охолоджене за допомогою холодильних установок повітря.

Своєчасним і вмілим охолодженням зернової маси різного стану досягають її повного консервування на весь час зберігання за низьких температур. Основне призначення режиму зберігання зерна в охолодженому стані полягає в тимчасовому консервуванні вологого або сирого зерна на току на певний період, а саме, до початку сушіння. Це найважливіший захід для запобігання псуванню зерна і насіння на початковому етапі їх зберігання на току.

Охолодженими вважаються партії з температурою в насипі не більше 10 °С. Усі зернові маси з температурою в усіх шарах насипу від 0 до 10 °С вважаються охолодженими в першому ступені, а з температурою менше 0 °С

– у другому. Дуже важливим для практики зберігання зерна є питання нижньої межі температур у процесі охолодження.

Зниження температури на кожні 5 °С приблизно вдвічі збільшує тривалість стійкого зберігання зерна. Найсприятливіша для зберігання насіння температура 0 – 5 °С. Донедавна, вважалось за доцільне зменшувати температуру до максимально можливого рівня. Обґрунтовувалось це тим, що чим дужче проморожене зерно, тим надійніше і довше можна його зберігати. Але значне охолодження зернових мас дає негативні результати. Як правило, при охолодженні до – 20 °С і нижче створюються умови для значного перепаду температур у весняний період, що спричиняє розвиток процесу самозігрівання зерна у верхньому шарі насипу. Надмірне охолодження вкрай шкідливе для партій посівного матеріалу, оскільки за наявності вільної води в насінні можлива втрата схожості уже за температури в – 10 °С.

Як уже зазначалося вище, охолоджувати доцільно й сухе зерно, оскільки при цьому знижується інтенсивність його дихання, а отже, і втрати маси при зберіганні, а також підвищується стійкість його до факторів псування, різко знижується небезпека пошкодження комахами-шкідниками. Сухе охолоджене зерно (насіння) зберігаються найдовше.

Режим зберігання зернової маси в охолодженому стані порівняно із тривалим зберіганням сухого зерна є допоміжним. Його менша надійність зумовлена тим, що в охолодженій зерновій масі значно швидше прогриваються до безпечного рівня периферійні шари насипу під впливом підвищеної температури зовнішнього повітря, підлоги та стін сховища.

Способи охолодження зернових мас атмосферним повітрям поділяють на дві групи:

1. пасивні;
2. активні.

За пасивного охолодження зернову масу не перемішують, не нагнітають у неї повітря, а провітрюють зерносховища та обладнують у них припливно-витяжну вентиляцію. Відкриваючи вночі двері зерносховища в

літній та осінній періоди, знижують температуру повітря в ньому, а отже, і в зерновій масі.

Підвищити ефективність пасивного охолодження можна, обладнавши припливно-витяжні канали безпосередньо в місткостях для зберігання зерна (засіках, бункерах та ін.). Однак цей захід не завжди ефективний, бо за такої системи вентиляції крізь зернову масу проходить недостатня кількість повітря для того, щоб охолодити її.

До активних способів охолодження належать перелопачування зернових мас, пропускання їх через зерноочисні машини, конвеєри і норії, обробка на стаціонарних або пересувних установках для активного вентилявання, що пов'язано з травмуванням зерна. Активним способом охолоджують насамперед нестійке до зберігання зерно.

Зернову масу перелопачують лопатами з дерева, фанери або легкого металу. Стикаючись з повітрям, зерно й домішки охолоджуються, поновлюється запас повітря в міжзернових просторах. Чим більша різниця між температурами навколишнього повітря і зернової маси, тим більший ефект від перелопачування. Проте цей спосіб охолодження зерна трудомісткий і малоефективний. Значно більший ефект з меншими затратами праці, ніж перелопачування, дає переміщення зернових мас на послідовно встановлених конвеєрах або через зерноочисні машини, обладнані вентиляторами. При цьому чим довший шлях руху зерна, тим більше воно контактує з повітрям і тим інтенсивніше охолоджується.

Будь-який спосіб охолодження проводять в умовах, які виключають можливість зволоження зернової маси, особливо сорбції парів води з повітря. Тому зерно охолоджують з урахуванням його фактичної і рівноважної вологості, температури і вологості повітря. Виняток становлять зернові маси в стані самозігрівання. Їх охолоджують за будь-якої вологості повітря.

3.3. Зберігання зерна без доступу повітря

Цей режим зберігання ґрунтується на принципі анабіозу (вид – наркоанабіоз, підвид – аноксианабіоз).

Усі живі компоненти зернової маси є аеробними організмами, тобто їх життєдіяльність можлива тільки за наявності необхідної кількості кисню в середовищі. Відсутність кисню в міжзернових просторах і над зерною масою значно скорочує інтенсивність її дихання. Зерна основної культури і насіння бур'янів переходять на анаеробне дихання і поступово гальмують свою життєдіяльність. Майже повністю припиняється життєдіяльність мікроорганізмів, бо переважна їх більшість складається з аеробів. Виключається можливість розвитку кліщів і комах, які також потребують кисню. Зерно з вологістю в межах критичної в безкисневому середовищі добре зберігає борошномельні, круп'яні і хлібопекарські властивості, харчову і кормову цінність. Зберігання вологого зерна без доступу повітря також дає позитивні результати, але при цьому спостерігається деяке погіршення якості зерна (втрата блиску, потемніння, утворення затхлого запаху, ріст кислотного числа жиру), проте зберігаються хлібопекарські і кормові властивості. Більш негативна дія на стан зернової маси при зберіганні без доступу повітря проявляється в умовах дуже високої вологості зерна. Так, за вологості понад 20 % активно розвиваються дріжджі, за 35 % спостерігається молочнокисле і спиртове бродіння.

Не допускається зберігання без доступу повітря насінневих партій зерна, оскільки втрачається схожість насіння.

Створення безкисневих умов для зберігання зернових мас можливе одним із трьох способів:

1. природним накопиченням вуглекислого газу і втратою кисню внаслідок дихання усіх живих компонентів – самоконсервування;
2. введенням у зернову масу газів, які витісняють повітря з міжзернових просторів;

3. створенням вакууму.

Самоконсервування – найдоступніший і дешевий спосіб, найпоширеніший у практиці зберігання. Ґрунтується на зниженні інтенсивності дихання зерна пропорційно зменшенню вмісту кисню в повітрі. Згодом процес дихання повністю припиняється. Таким самим шляхом скорочується життєдіяльність усіх аеробних мікроорганізмів, комах і кліщів, тобто відбувається самоконсервування зернової маси.

Умовою для самоконсервування є наявність герметично закритих ємностей, вологість зерна близько 20 %, температура нижче 18 °С, та мінімальний запас повітря в сховищі. Це досягається його повним завантаженням, при якому повністю або майже повністю відсутній надзерновий простір.

Поширеним способом створення безкисневих умов у сховищах є введення в зернову масу інертних газів. Прийнятним для цього є використання азоту і вуглекислого газу. Відрізняється цей спосіб від першого тим, що від самого початку припиняється дихання зерна і будь-яка аеробна життєдіяльність мікроорганізмів. Введення в зернову масу парів хлорпикрину, препарату 242 або деяких інших фумігантів також консервує її. Крім цього безкисневе середовище можна створити шляхом, введення в зернову масу газоподібної вуглекислоти або брикетів сухого льоду.

Як уже зазначалося вище, необхідною умовою для успішного зберігання зернових мас без доступу повітря є наявність герметичних зерносховищ. У випадку недостатньої їх герметичності до зернової маси і в її міжзернові простори легко проникає повітря атмосфери, унаслідок цього створюються умови для дихання усіх її компонентів. Тому для такого режиму непридатні склади і навіть звичайні залізобетонні силосні елеватори. Для зберігання зерна в герметичних умовах використовують металеві силоси, в які періодично нагнітають газ для підтримки тиску, дещо більшого за атмосферний.

Зберігання зернових мас шляхом створення вакууму в наш час у сільському господарстві не проводять, це майбутня перспектива.

Ще одним різновидом зберігання зерна без доступу повітря є зберігання зерна в ґрунті. За такого зберігання підтримується і до того досить низька температура, що вже забезпечує значну консервацію зерна. Крім цього, відбувається процес самоконсервування. За умов зберігання в ґрунті, як і за будь-якого іншого способу зберігання без доступу повітря, не відбувається змін у якості зерна з вологістю, близькою до критичної, з більшою вологістю відбувається втрата ознак свіжості зерна. Проте ці зміни не мають істотного значення для зберігання зерна, призначеного на фуражні цілі. Траншеї, вириті в сухому ґрунті й облицьовані цеглою, пластиком, плівкою, повністю засипані зерном і вкриті зверху газо- та водонепроникними матеріалами, забезпечують надійне і тривале зберігання фуражного зерна.

Зберігання зерна в ґрунті – це майже єдиний спосіб, який забезпечує схоронність зерна з підвищеною вологістю, що виключає необхідність сушіння. Особливого значення набуває цей спосіб для зберігання зерна кукурудзи. Застосовуючи зберігання без доступу повітря, можна з успіхом збирати кукурудзу комбайнами з одночасним обмолотом. Одержана у такий спосіб зернова маса кукурудзи, як правило, має вологість 25 – 40 %. Щоб забезпечити її схоронність у звичайних сховищах, необхідно видалити 10 – 25 % води, що вимагає великих затрат. Тому зберігання сирого зерна кукурудзи фуражного призначення без доступу повітря в ґрунті економічно вигідне. Зернова маса кукурудзи вологістю до 35 % добре самоконсервується, за більшої вологості спостерігається молочнокисле і спиртове бродіння, тобто типові процеси силосування, які супроводжуються збільшенням кислотності середовища рН до 4,1 – 4,3.

Зберігання в анаеробних умовах майже не впливає на хімічний склад зерна кукурудзи і його кормову цінність. Втрати в масі сухих речовин становлять за весь період зберігання 4 – 6 % у зерні воскової і 2 – 3 % у зерні

повної стиглості. Успіх зберігання в ґрунті й розміри втрат у масі і якості залежать від ступеня герметизації траншей, порядку завантаження і вивантаження зерна. Зерно з розкритих траншей для запобігання пліснявінню слід використовувати в короткі строки (2 – 3 доби). З цієї причини за невеликих добових витрат зерна в траншеях потрібно робити окремі секції. Зберігати без доступу повітря доцільно й фуражне зерно з оптимальною вологістю. Це запобігає пошкодженню зерна шкідниками хлібних запасів. Обов'язкова умова успішного зберігання в ґрунті – повна герметизація і гідроізоляція зернових мас від ґрунтових і поверхневих вод.

3.4. Хімічне (біологічне) консервування зерна

У процесі збирання та, власне, зберігання зернових культур видовий і кількісний склад мікроорганізмів змінюється. Оптимальною вологістю зерна, що підлягає довготривалому зберігання, вважають 14 – 15 %. За вищої вологості зерно псується, що обумовлено його самозигріванням, яке пов'язане з розвитком плісневих грибів та гнильних бактерій.

Вологе зерно є сприятливим середовищем для розвитку небажаних мікроорганізмів, оскільки інтенсивність його дихання висока, що відповідно, спричиняє підвищення вмісту моноцукрів, білкових сполук та інших поживних речовин та вітамінів, потрібних для їхнього розвитку. Залежно від вологості сировини й тривалості інтенсивного аеробного дихання, в зерні може втрачатись понад 20 % органічних поживних речовин. Вологе зерно починає самозигріватися вже з першого дня зберігання, а з третього-четвертого починає проростати, пліснявіти, псуватися. Кількість плісневих грибів протягом 2 – 3-х днів після збирання збільшується майже вдвічі. Всі ці процеси супроводжуються втратою поживності зерна, погіршенням якості та засвоєння його тваринами, що негативно впливає на їх продуктивність та здоров'я. Щоб запобігти самозигріванню й псуванню вологого зерна, а

відповідно, й зниженню втрат поживних речовин, треба якомога швидше його законсервувати.

На сьогодні розроблено й впроваджено різні способи консервування вологого зерна фуражних культур, основними з яких є: висушування, силосування, хімічне та біологічне консервування тощо.

Найбільш відомим і поширеним способом консервування, який забезпечує високу збереженість поживних речовин, є висушування зерна, оскільки, в разі зниження вологості зернофуражу до 15 %, майже повністю припиняється ферментативна діяльність зародка й активний розвиток небажаної мікрофлори. Тому таке зерно можна зберігати протягом тривалого часу. Однак процес сушіння зерна потребує великих витрат енергії. Залежно від вихідної вологості, на висушування однієї тонни вологого зерна потрібно 30 – 36 кг палива. Витрати енергії на зниження вологості зерна від 25 до 15 % у 1,3 раза вищі, ніж на його виробництво. Саме тому крім висушування, вологе зерно консервують з використанням хімічних консервантів. За рахунок їх використання досягається підвищення виходу кормів протягом року до 15 – 20 % порівняно зі звичайним силосуванням. Так, 1 кг консерванту, в середньому, додатково забезпечує збереження близько 10 – 15 к. о. та 1 кг протеїну, за рахунок яких можна додатково одержати 6 – 10 кг молока, або 1,5 – 2 кг приросту живої маси тварин.

За будовою молекул та характером дії на мікрофлору й сировину консерванти поділяють на біологічні та хімічні.

В основу хімічного консервування вологого зерна покладено використання:

1. рідких (органічні кислоти: пропіонова, мурашина, оцтова та їхні суміші, а також концентрат низькомолекулярних кислот — КНМК);
2. сипких (сечовина, кальцієві та натрієві солі пропіонової кислоти, піросульфат натрію);
3. газоподібних (безводний аміак) консервантів.

Механізм дії органічних кислот під час консервування вологого зерна зводиться до повного блокування ферментних систем, які регулюють вуглеводний обмін у клітинах плісневих грибів та гнильних бактерій. Саме тому використання кислот для консервування вологого зерна сприяє швидкому гальмуванню окислювальних процесів. Слід зазначити, що органічні кислоти викликають невідновну втрату життєздатності зерна, що зумовлює їх використання лише для консервування фуражного зерна.

Доза внесення органічних кислот залежить від вологості зерна, тривалості та подальших умов його зберігання.

Основною умовою ефективності консервування вологого зерна є рівномірне внесення консерванту в сировину. Це пов'язано з тим, що в процесі зберігання необроблені ділянки зерна дуже швидко вкриваються плісневими грибами, які з часом уражують оброблені консервантом ділянки.

Перспективними і значно дешевшими є консерванти біологічної природи. Суть консервування із застосуванням мікробіологічних препаратів полягає в тому, що у вологому зерні, яке зберігається в повітронепроникних спорудах, за рахунок дихання й аеробного бродіння швидко витрачається кисень міжзернових просторів й накопичується значна кількість вуглекислого газу. При цьому пригнічується дихання зерна й розвиток аеробної мікрофлори. За таких умов починається активний розвиток молочнокислих бактерій, які зброджують легкоферментовані вуглеводи до органічних кислот, головним чином, до молочної. На жаль, силосування цілого зерна не набуло широкого застосування через брак повітронепроникних сховищ та неможливість заповнення їх вщент у короткий термін. Відомо, щоб уникнути процесів зігрівання зерна та зниження його поживності, тривалість заповнення й укриття траншеї з цілим зерном не повинна перевищувати двох діб.

Технологія заготівлі подрібненого консервованого зерна фуражних культур із підвищеною вологістю полягає в тому, що зерно, зібране в кінці воскової – на початку повної стиглості, подрібнюють на частки завбільшки 3

– 4 мм, які в загальній масі повинні становити не менше 80 %, чи площать – для великої рогатої худоби і подрібнюють до 2 мм для свиней, їхня частка в загальній масі має становити не менше 60%. Оптимальна вологість зерна на момент закладання повинна бути в межах 25 – 35%.

Подрібнену чи площену зернову масу завантажують у сховище з одночасним внесенням консерванту та ретельно ущільнюють і герметизують. Заготовлений зернофураж без застосування консерванту зазвичай має підвищену кислотність, а відтак – і обмежене використання. Проте слід пам'ятати, що основою тривалого зберігання високоякісного консервованого зернофуражу є створення анаеробних умов. Саме тому важливо правильно вибрати тип сховища, дотримуватися тривалості його заповнення та техніки укриття подрібненої зернової маси, правильно використовувати консервований продукт.

Отже, сховища для консервування фуражного зерна повинні відповідати наступним вимогам:

- забезпечувати анаеробні умови зберігання фуражу з тим, щоб його втрати не перевищували біологічно зумовлених меж;
- унеможливити проникнення ґрунтових, дощових і талих вод;
- забезпечувати повну механізацію закладання, ущільнення, вкриття й вивантаження фуражу та поетапне заповнення і герметизацію.

На практиці для зберігання консервованого вологого зерна використовують заглиблені та напівзаглиблені наземні сховища й силосні башти, які відповідають вимогам технології консервування.

Альтернативою застосуванню заглиблених та напівзаглиблених наземних сховищ й силосних башт є мішки-рукава. Мішки-рукава виготовляють з композиції полімерів методом тришарової екструзії. Полімерний рукав складається з двох білих шарів і одного білого. Білий шар відбиває світло і перешкоджає підвищенню температури всередині рукава. Внутрішній чорний шар захищає продукцію від проникнення прямих

сонячних променів. Крім цього, всі шари містять спеціальну добавку – стабілізатор, яка захищає плівку від руйнівної дії ультрафіолетових променів.

За даними А. Федорчука (2014) технологія зберігання зерна в поліетиленових мішках-рукавах є найкращою серед усіх відомих на сьогодні для зберігання вологого зерна, не лише на фуражні цілі, а й на продовольчі (рис. 9).



Рис. 9. Закладання зерна на зберігання в поліетиленові мішки-рукава

За високої герметичності мішка зернова маса самоконсервується, тому не передбачає застосування додаткових консервантів. Зберігання зерна за мінусових температур сприяє природному охолодженню вмісту мішка. За повідомленнями цього автора практичні дослідження аргентинських й американських фермерів показали, що в разі необхідності в поліетиленові мішки-рукави можна закладати кукурудзу на зерно з підвищеною вологістю до 20 %, а для годівлі тварин — до 40 %. Нижньою межею вологості, за якої кукурудза потребуватиме більше уваги під час збереження, є 16 % згідно з дослідженнями фахівців Університету Пердью (США, Індіана). Відповідно до цих даних, повністю безпечною межею вологості зерна кукурудзи є 13,6 % (дорівнює відносній вологості повітря в 67 %), оскільки така величина співвідноситься з межею необхідної умови розвитку грибних організмів за температури в +25 °С.

Головним чинником, який впливає на збереження зерна в мішку-рукаві є підвищення концентрації вуглекислого газу внаслідок дихання компонентів зернової маси. CO₂ пригнічує розвиток небажаних мікроорганізмів ще до того, як вони завдадуть зерну непоправної шкоди. Оскільки поліетиленовий мішок-рукав в ідеалі є абсолютно герметичним середовищем, із часом концентрація CO₂ стає критичною для будь-яких живих організмів.

Збереження вологого зерна в мішках-рукавах під час понижених та низьких температур, тобто протягом пізньої осені та зими, природнім чином сприяє його охолодженню через велику площу поверхні — 4 – 5 тис. м² за маси зерна в 150 – 200 т. Отже, ще однією передумовою безпечного зберігання вологого зерна є його закладання в холодну пору року та відвантаження до настання стійкого тепла.

Як вже зазначалося поліетиленовий мішок-рукав – це теоретично повністю герметичне середовище, саме тому CO₂ працює настільки ефективно. На практиці герметичність мішка порушується гризунами, птахами та дикими тваринами. Універсального ефективного способу протидії пошкодженням зараз немає, однак є серія прийомів, що сприяють

зменшенню кількості дірок. Це, зокрема, розкладання отруєних приманок, протруювання країв мішка, таблетки фосфіну, застосування спеціальної клейкої стрічки, обробка майбутнього місцезнаходження мішка відпрацьованим мастилом. Також складують мішки на підвищенні, щоб вода через дірки внизу мішка не потрапляла всередину.

3.5. Способи зберігання зерна

Зернові маси зберігають насипом або в тарі. Основним і найбільш поширеним способом є зберігання насипом, оскільки добра сипкість зернових мас дає змогу механізувати їх завантаження, переміщення і вивантаження (рис. 9). Крім цього, за цього способу краще використовується площа та об'єм сховищ.



Рис. 10. Зберігання зерна насипом

Невеликі партії насіння та цінні його репродукції (еліта, супереліта, розсадники розмноження, колекційні та селекційні зразки) зберігаються у спеціальних контейнерах, які можуть бути герметичними (рис. 11). Такі контейнери широко застосовують у місцевості з вологим і теплим кліматом

(тропіки, субтропіки) та при застосуванні спеціальних нейтральних газових середовищ, якими заповнюють простір між насінням у контейнері.



Рис. 11. Вивантаження герметичного контейнера

Ємкість таких контейнерів складає до 400 – 500 кг. Часто ємкість такого контейнера дорівнює нормі висіву насіння на гектар.

Негерметичні контейнери, мішки з цупких і грубих тканин (джутові, полотняні та ін.), паперові мішки з прокладкою з тканини, крафт-мішки (для протруєного зерна), широко застосовуються для зберігання невеликих чи цінних партій насіння. У залежності від культури ємкість мішка коливається від 15 до 50 кг. Кожен контейнер (мішок) має маркування чи етикетку з відомостями про насіння і його виробника.

Мішки складають у штабелі в залежності від розміру партії двійником, трійником, четвериком, п'ятериком, чи неперервним штабелем (рис. 12). За зберігання зерна у тарі, довжина штабеля залежить від розмірів сховища і партії насіння, ширини і довжини двох-п'яти мішків, висоти – кількості складених вгору мішків (залежно від культури і пори року). Кожну партію зерна, затаровану у мішки в сховищах з асфальтованою або бетонною

підлогою складають окремо у штабель на дерев'яні піддони які містяться на відстані від підлоги не менш як 10 – 20 см. Відстань між штабелями і стінами сховища – не менше 0,75, а між окремими штабелями – 1 метр. Висота штабелю для зернових і зернобобових культур та гречки – від семи мішків, для проса, сої, рицини, арахісу, гірчиці, ріпака – шість мішків. Відстань між штабелем і стіною сховища повинна бути не менше ніж 70 см.



Рис. 12. Зберігання насіння у мішках

У зерносховищах партії зерна розміщують з урахуванням їх цільового призначення (насіннєве, продовольче, фуражне), вологості, наявності домішок, ознак зараженості шкідниками і хворобами. Особливо дбайливо треба ставитися до розміщення насіннєвих фондів. Насіння розміщують відповідно до плану і зберігають роздільно: за культурами; у межах культури – за сортами; у межах сорту – за репродукціями: окремо насіння супереліти, еліти, I – V репродукцій і самозапильних ліній; у межах репродукції – за категоріями сортової чистоти; у межах категорії сортової чистоти – за класами насіннєвого стандарту, а насіння некласне – роздільно, залежно від виду смітної домішки, наявності сажкових грудочок та інших домішок, що впливають на умови очищення і зберігання насіння.

У процесі зберігання зерна відбуваються неминучі природні втрати, пов'язані з диханням зерна (табл. 2).

Таблиця 2 – Норми природних втрат за зберігання зерна, продуктів його переробки і насіння олійних культур

Зерно і продукти його переробки	Термін зберігання	Спосіб зберігання			
		в сховищах		в елеваторах	на пристосованих до зберігання майданчиках
		насіпом	в тарі		
Пшениця, жито, ячмінь, полба	До 3 міс.	0,07	0,04	0,05	0,12
	До 6 міс.	0,09	0,06	0,07	0,16
	До 1 року	0,12	0,09	0,10	-
Овес	До 3 міс.	0,09	0,05	0,06	0,15
	До 6 міс.	0,13	0,07	0,08	0,20
	До 1 року	0,17	0,09	0,12	-
Гречка, рис нешеретований	До 3 міс.	0,08	0,05	0,06	-
	До 6 міс.	0,11	0,07	0,08	-
	До 1 року	0,15	0,10	0,12	-
Просо, сорго	До 3 міс.	0,11	0,06	0,07	0,14
	До 6 міс.	0,15	0,08	0,09	0,19
	До 1 року	0,19	0,10	0,14	-
Кукурудза (зерно)	До 3 міс.	0,13	0,07	0,08	0,18
	До 6 міс.	0,17	0,10	0,12	0,22
	До 1 року	0,21	0,16	0,16	-
Горох, сочевиця, боби, квасоля	До 3 міс.	0,07	0,04	0,05	-
	До 6 міс.	0,09	0,06	0,07	-
	До 1 року	0,12	0,08	0,10	-
Насіння соняшника	До 3 міс.	0,20	0,12	0,14	0,24
	До 6 міс.	0,25	0,15	0,18	0,30
	До 1 року	0,30	0,20	0,23	-
Борошно	До 3 міс.	-	0,05	-	-
	До 6 міс.	-	0,07	-	-
	До 1 року	-	0,10	-	-

Діючі норми природних втрат за зберігання зернових мас диференційовані за культурами, типом зерносховища, залежно від умов і терміну зберігання. Вказані в таблиці 2 норми природних втрат застосовуються як контрольні і граничні тільки в тих випадках, коли при

перевірці фактичної наявності зерна в сховищі встановлено зменшення його маси, що не викликана зміною якості.

За зберігання зерна до трьох місяців норми природних втрат застосовуються з розрахунку фактичної кількості днів зберігання, а при зберіганні до шести місяців і до одного року – з розрахунку фактичної кількості місяців зберігання. За зберігання зерна, продуктів його переробки і насіння олійних культур більше одного року за кожен наступний рік зберігання норми природних втрат застосовують у розмірі 0,04 % з перерахунком, виходячи з фактичної кількості місяців зберігання.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Назвати основні чинники вибору режиму зберігання.
2. Охарактеризуйте режим зберігання зерна у сухому стані.
3. Охарактеризуйте режим зберігання зерна в охолодженому стані.
4. Назвати та охарактеризувати способи охолодження зернових мас атмосферним повітрям.
5. Охарактеризуйте режим зберігання зерна без доступу повітря.
6. Способи створення безкисневих умов для зберігання зернових мас.
7. Які хімічні консерванти застосовують для зберігання зернових мас?
8. Особливості зберігання зерна в поліетиленових мішках-рукавах.
9. Способи зберігання зернових мас у сховищах?
10. Назвати види тари, які використовуються для зберігання зерна.
11. Що таке природні втрати зерна?

РОЗДІЛ 4

Сховища для зберігання зернових мас

Зерносховища – це спеціально обладнані місця для тривалого зберігання зерна. Зерносховища забезпечують збереження зерна від небажаних метеорологічних чинників, затоплення ґрунтовими водами, птахів і гризунів.

Сучасне зерносховище – складна інженерна споруда великої площі та об'єму, де постійно підтримуються оптимальні для кожної з культур умови. Для цього зерносховища облаштовують необхідною механізацією (завантаження/вивантаження зерна), вентиляційними системами, автоматичними системами контролю вологості й температури.

На сьогодні в сільськогосподарських підприємствах використовують спеціалізовані (для зберігання насінневого зерна) та універсальні сховища.

Всі зерносховища класифікуються за наступними ознаками:

1. період зберігання зерна: тимчасовий, довготривалий;
2. конструкційні особливості: навіси, капітальні склади різних типів, елеватори;
3. види технологічних операцій: післязбиральна доробка та зберігання, тільки зберігання, зберігання й обробка;
4. ступінь механізації: немеханізовані, напівмеханізовані, механізовані;
5. наявність та тип устаткування для активного вентилявання: канална, підлогова, переносна тощо.

4.1. Зерносховища для довготривалого зберігання

Всі зерносховища для довготривалого зберігання за конструкційними особливостями поділяються на: склади (одноповерхові приміщення з

горизонтальними або похилими підлогами, ємкістю від до 300 до 500 т і від 500 до 7500 т), елеватори та змішаного типу.

Залежно від способу зберігання зерна одноповерхові склади бувають підлогові (рис. 13), засікові (рис. 14) або комбіновані.



Рис. 13. Підлогове зберігання зерна в одноповерховому складі

Залежно від місткості зерносховища мають різні планувальні і конструктивні рішення. Невеликі за об'ємом зерносховища будують із місцевих будівельних матеріалів у вигляді одноповерхових однопрогінних

споруд прямокутної форми з прогоном 6 x 12 м і довжиною 40 – 60 м. Для більш крупних сховищ (місткістю 2 тис. т) застосовують збірні залізобетонні елементи комбінованого типу. Споруди розмірами за планом 18 x 66 м будують трипрогінними (3 x 6 м) з повним каркасом. Стіни влаштовують з контрфорсами (архітектурними деталями для підтримки стін). Внутрішні опори – залізобетонні колони. Покрівля – з азбесто-цементних листів по дерев'яних прогонах, укладених на залізобетонні стропильні балки.

Типове зерносховище місткістю 500 т (типовий проект № 08 – 106) будують з цегли, каменю або дерева. Вибір матеріалу залежить від місцевих умов, цільового призначення зерна, тривалості його зберігання та економічних міркувань. Правильно збудоване сховище з каменю, цегли і залізобетону, у зв'язку з малою теплопровідністю цих матеріалів, дає можливість уникнути різко виражених явищ термовологопровідності в зерновій масі. Дане сховище має 21 засіку загальною місткістю 475 т для розміщення партій насіння насипом і майданчик для укладання насіння в мішках загальною масою до 25 т. Засіки роблять із щитів, що виготовлені з підігнаних сухих дощок або іншого матеріалу.

Засікові зерносховища зручні для роздільного зберігання невеликих партій насінневого сортового зерна.

Для запобігання нерівномірному обігріванню або охолодженню насіння стіни засіки розміщують паралельно зовнішній стіні складу на відстані 0,5 м від неї. Очищене й висушене насіння доставляють автомашинами і висипають у бункер конвеєра, який завантажує матеріал у відповідну засіку до висоти 2,3 м. Насіння в тарі вкладають у штабель заввишки 6 – 8 мішків на решітчасті піддони.

Насіннесховище місткістю 1300 і 2300 т з відділеннями для протруювання і затарювання – це одноповерхова будівля секційного типу. Більшість насіння розміщують у засіках по 125 т за висоти насипу в 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 для приймання, протруювання і затарювання насіння, які розміщені у двоповерховій будівлі, що прибудована до торця складу.



Рис. 14. Засікове зберігання зерна в одноповерховому складі

Насіннесховище є складовою частиною зерноочисно-сушільних 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, затарювання в мішки і тимчасового зберігання в тарі.

Процеси завантаження, розвантаження і транспортування насіння у межах сховища механізовано.

У немеханізованих сховищах використовують пересувну механізацію. Частково механізовані сховища обладнані верхнім і нижнім стаціонарним

конвеєром для завантаження зерна або його вивантаження. Остання операція забезпечується пересувною механізацією.

Механізоване зерносковище на 50 % розвантажується самопливом, а залишкове зерно – з допомогою різноманітних засобів механізації, найбільш поширеними з яких є зерноавантажувачі, різні види транспортного обладнання – конвеєри скребкові, стрічкові, шнекові. Також сковища розвантажують за допомогою аерогравітаційного транспорту, тобто аерожолобів.

Для того, щоб запобігти самозігріванню і зниженню якості насіння за тривалого зберігання, кожному засіку насіннесховища облаштовують системою активного вентилявання у вигляді аерожолобів з осьовими вентиляторами СВМ-5М, які як уже згадувалося є також засобами транспортування насінного матеріалу всередині засіки.

Для збереженості насінного матеріалу з підвищеною вологістю за тимчасового зберігання в насіннесховищі передбачене консервування вологого насіння охолодженням повітрям за допомогою холодильної машини, яка підключається до аерожолобів. Кожна секція насіннесховища обладнана системою аспірації, яка знімає пил з насипних лотків нижнього конвеєра.

Отже, у типових одноповерхових зерносковищах зерно розміщують насипом на підлозі або зберігають у засіках. Висота насипу зерна основних культур з вологістю до 14 % в холодний період року не повинна перевищувати 2,5 м.

Зерно з вологістю 12 – 13 % найкраще зберігати у силосних сковищах елеваторного типу заввишки до 30 м (рис. 15).

Насіннесховища силосного типу – це елеватори із залізобетону і цегли, спеціально побудовані для зберігання насіння, з висотою силосної частини 12 – 16 м і більше. Як правило, до такого типу сковищ примикає спеціальна башта, де розміщують необхідне обладнання для потокової обробки насіння. У такому сковищі повністю механізовано всі процеси, а в деяких – і автоматизовано.



Рис. 15. Насіннесховище силосного типу

Насіннесховище місткістю 3 тис. т (типовий проект 702 – 38) – силосне з чотирма рядами збірних залізобетонних елементів промислового виготовлення. Висота силосів 12 м. Можна також побудувати його в комплексі з насіннеобробним цехом.

Підготовлене до зберігання насіння норією продуктивністю 20 т/год. подається на автоматичні ваги Д-100-3, потім на верхній стрічковий конвеєр, за допомогою якого надходить у відповідний силос на зберігання. Рівень насіння в силосах, а також його температура контролюються відповідними системами, що розміщені в диспетчерському пункті.

На сьогодні широко використовуються нові типи компактних сховищ – бункерів (силосів) із металу (сталі оцинкованої або алюмінію), збірних або суцільнозварних. Їх роблять циліндричними або прямокутними, з гладкого або гофрованого металу, іноді зі штампованого у вигляді «вафлі».

Місткість окремих бункерів від 15 до 200 т, навіть до 10 – 30 тис. т. Стіни таких сховищ характеризуються високою теплопровідністю, водонепроникні, компактні, займають малу площу, за умов доброго антикорозійного захисту довговічні. За герметичністю, можливістю повної автоматизації і механізації, підтримання необхідних режимів зберігання

зерна та насіння олійних культур найбільше відповідають сучасним вимогам до сховищ.

Бункери обладнані пристроями для дистанційного вимірювання температури, механізації, активного вентилявання з метою охолодження або сушіння зерна. Вони можуть бути використані для зберігання зерна як у сухому, так і в охолодженому стані.



Рис. 16. Силос типу СВК на конусній основі



Рис. 17. Силос типу СВП на підлоговій основі

У державній системі хлібопродуктів, на хлібоприймальних пунктах і підприємствах, які переробляють зерно, поряд із складами великої місткості є багато елеваторів.

Елеватор – це повністю механізоване зерносховище, призначене для зберігання зерна і виконання там необхідних операцій (рис. 18, 19). Сучасний елеватор забезпечує виконання всіх операцій з максимальною ефективністю і надійним забезпеченням збереження зерна. На відміну від складів із стаціонарною механізацією, елеватор досить компактний завдяки великій висоті споруд. Отже, місткість зерносховища на 1 м² площі різко збільшується. В типових зерносховищах на 1 т місткості припадає 2,5 – 3 м³ приміщення, а в елеваторах 1,5 – 1,7 м³.

Розрізняють такі види елеваторів:

- заготівельні (лінійні) – приймають зерно від господарств, місткістю 15 – 100 тис. т;
- виробничі – розміщені біля млинів, місткістю 8 – 40, іноді понад 100 тис. т;
- перевалочні (базисні та портові елеватори) – для тривалого зберігання та перевантаження з одного виду транспорту на інший, будують на великих залізничних станціях і в портах, місткістю 50 – 150 тис. т;
- фондів (базисні) – для тривалого зберігання державного зернового резерву.

Елеватор, як повністю механізоване зерносховище, призначений для виконання всіх завантажувально-розвантажувальних робіт, повної технологічної обробки та зберігання зерна. Його можна розглядати як комплексне поєднання основного обладнання та споруд: робоча башта з технологічним і транспортним обладнанням; силосний корпус з транспортним та іншим обладнанням; обладнання для приймання зерна з автомашин, вагонів, суден; обладнання для відпуску зерна на різні види транспорту і зернопереробні підприємства; цех відходів; системи аспірації і видалення відходів.

Робоча башта має висоту 50 – 65 м, на її поверхах розміщені високопродуктивні зерноочисні машини, аспіраційні пристрої, автоматичні ваги, іноді зерносушарки. Зернові маси зберігаються у силосах заввишки до 30 м і більше. Місткість елеватора залежить від кількості силосів, їх висоти й поперечного перерізу.

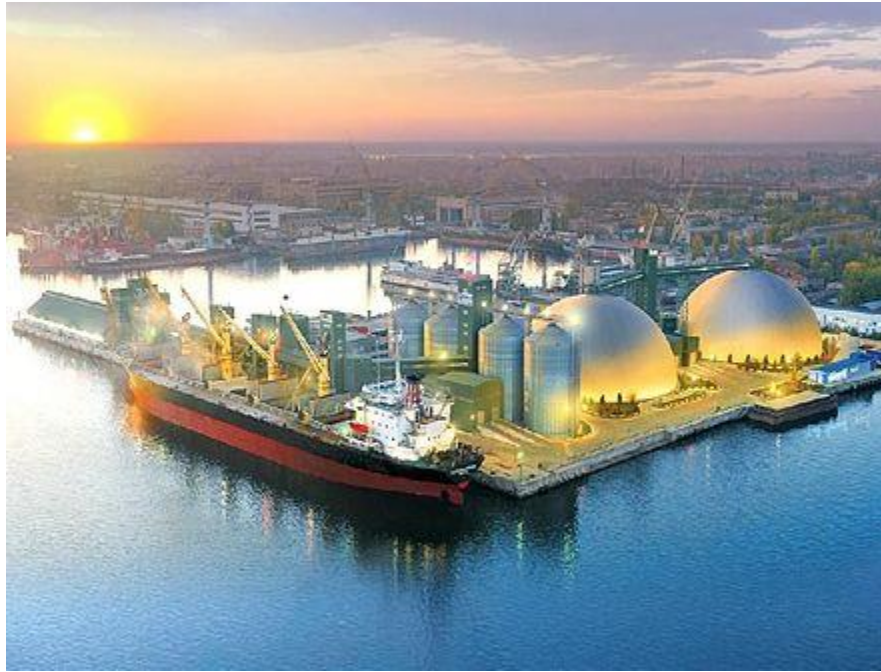


Рис. 18. Перевалочний термінал (елеватор) для зернових та олійних культур ТОВ СП «НІБУЛОН» в м. Миколаєві



Рис. 19. Сучасний (фондовий) елеватор на 120 000 т зерна

Силоси споруджують з монолітного або збірного залізобетону. Вони бувають циліндричними або прямокутними. Місткість їх найчастіше від 150 до 600 т, тоді як місткість елеваторів – від 27 до 150 тис. т (залежно від цільового призначення і місця розташування).

Технологічні схеми елеваторів різного призначення (заготівельні, млинові, перевалочні, портові) неоднакові. Загальний вигляд схеми руху зерна на елеваторі такий: зернова маса з приймальних точок, вагонів або суден надходить у приймальну яму, розташовану нижче рівня поверхні землі під баштою елеватора. Звідти потужними ковшовими норіями (100 – 175 т/год. кожна) зерно піднімається у верхню частину башти елеватора, потрапляє на автоматичні ваги, а потім самопливом надходить на зерноочисні машини, розташовані на поверхах башти. Після цього, якщо є потреба, зернова маса направляється у зерносушарку.

Очищене й просушене зерно знову піднімається на верхні поверхи елеватора і розподільними пристроями спрямовується на стрічкові надсилосні конвеєри. Перемішуючись конвеєрами над силосами, зернова маса висипається в призначений для зберігання силос. Із силосу самопливом (після відкриття засувки) зерно йде на стрічки підсилосного конвеєра, а звідси – у спеціальні відпускні силоси та пристрої для навантаження на автомашини, у вагони або судна.

Отже, зберігання насіння – один із найважливіших етапів, що визначає якість сировини під час переробки і якість насіння під час висівання. Воно може справляти як позитивний вплив, сприяючи підвищенню схожості в результаті післязбирального досягання, так і негативний, призводячи, під дією різних чинників, до зниження або навіть цілковитої втрати схожості.

4.2. Спостереження за зерном під час зберігання

Для систематичного спостереження за станом зерна під час зберігання та проведення аналізу якості зерна зерносховище повинно мати лабораторію.

Найголовніше завдання лабораторії – проаналізувати різні характеристики зерна та присвоїти йому відповідний клас.

За зберігання зерна лабораторія веде систематичне спостереження за: температурою та відотною вологістю навколишнього повітря, температурою та вологістю зернової маси, за схожістю (для партій насіннєвого зерна), показниками свіжості зерна: запах, колір, смак; перевіряє стан зерносховищ на зараженість шкідниками зерна та на наявність гризунів (за температури зерна в $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче – один раз на місяць, за температури зерна вище $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ – два рази на місяць).

Результати перевірки стану та якості зерна записуються у лабораторні журнали за формами №56, 66 і в штабельні ярлики.

Температуру зернової маси визначають згідно вимог відповідної інструкції. Для порівняння її вимірюють щоденно в сховищі та поза ним і періодично у різних шарах насипу зерна різними за конструкцією засобами термометрії. В елеваторах (інших зерносховищах силосного типу) вимірювання температури здійснюється – електро термометричними засобами дистанційного контролю температури або термоштангами з термощупами, у складах підлогового зберігання зерна – термощупами з технічними термометрами і вторинними приладами, вимірювальними списками (рис. 21).

Частота та глибина точок вимірювання повинна забезпечити виявлення осередків самозігрівання. За висоти насипу більше ніж 1,5 м температуру зерна визначають в трьох шарах: на глибині 30 – 50 см від поверхні, всередині, на відстані 30 – 50 см від підлоги. Коли висота насипу зерна не більша ніж 1,5 м, то температуру визначають в двох шарах: зверху на глибині 30 – 75 см і знизу – на відстані 30 – 50 см від підлоги.

За зберігання зерна в засіках достатньо однієї термоштанги на кожний засік, її переміщують у межах насипу пошарово. За зберігання зерна насипом термоштанги встановлюють у шаховому порядку на відстані 2 м одна від

одної або поверхню насипу умовно поділяють на секції площею 100 м², а температуру визначають пошарово в п'яти точках: по кутах і посередині.

Періодичність спостережень за температурою зернових мас наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Періодичність спостережень за температурою зерна

Стан зерна	Свіжо зібране зерно (перші три місяці)	Після 3 міс. зберігання за температури		
		0 °C і нижче	від 0 до +10 °C	10 °C і вище
сухе	1 раз у 3 дні	1 раз у 15 днів	1 раз у 15 днів	1 раз у 10 днів
середньої сухості	1 раз у 2 дні	1 раз у 10 днів	1 раз у 10 днів	1 раз у 5 днів
вологе	щоденно	1 раз у 7 днів	1 раз у 10 днів	щоденно

Для індикації температури вручну всередині зернового насипу використовуються ручний індикатор температури GW-200 (рис. 20)



Рис. 20. Ручний індикатор температури GW-200

В сучасних силосних зерносховищах широко впроваджуються автоматизовані системи термометрії, до яких зокрема, належить система дистанційного контролю температури (СДКТ) ІННОВІНПРОМ (української компанії з розробки систем автоматизації виробництва).



Рис. 21. Вимірювальний спос всередині зернового насипу

Згідно інформації офіційного сайту компанії система дистанційного контролю температури (СДКТ) призначена для автоматичного дистанційного багатоканального контролю температури в зерносховищах і складах. За даними СДКТ персонал може прогнозувати динаміку змін температури та вчасно запобігати її виходу за встановлені межі. СДКТ забезпечує цілодобовий безперервний контроль, фіксацію, архівування та вивід на друк значень температури в контрольованих точках.

СДКТ – це сучасна комп'ютерна система, що працює в режимі реального часу з будь-якими типами термопідвісок і термодатчиків.

До функцій системи «СДКТ» входить:

- автоматичний багатоканальний контроль температури;

- відображення результатів у вигляді колірного поля;
- відстеження динаміки зростання температури;
- вимірювання зовнішніх температур та вологості;
- переглядання и друк даних за будь-який день;
- програмне тестування сполучних ліній;
- автоматична корекція результатів;
- формування та відправка на друк звітів;
- забезпечення віддаленого доступу до даних вимірювань по мережі Internet.

СДКТ складається з термopідвісок, розташованих в зерносховищах, місцевого блоку і автоматизованого робочого місця (АРМ). СДКТ може працювати з різними типами термopідвісок одночасно:

- термopідвісками на основі мідних датчиків опору;
- термopідвісками на основі термopарних датчиків;
- термopідвісками на основі цифрових напівпровідникових термометрів.

Програмне забезпечення «СДКТ-2014» реалізоване на базі стійкої до вірусів операційної системи Linux. ПЗ Забезпечує з'єднання з місцевими блоками та забезпечує отримання температурних даних, їх статистичну обробку і зберігання в вбудованій базі даних, формування та відправку на друк звітів.

Температурне поле елеватора представляється у вигляді колірної схеми, з вказуванням динаміки змін температури в силосах. Програмне забезпечення забезпечує можливість передачі інформації в мережі підприємства та мережі Internet.

Функціональні можливості ПЗ:

- стеження за температурними показниками як в силосних корпусах в цілому, так і по окремих силосах і термopідвісками із заданою оператором періодичністю;
 - контроль динаміки температурних змін;
 - можливість настройки температурних діапазонів при відстеженні динаміки зміни температури;

- ведення статистики і надання звітів вимірювань з можливістю перегляду і друку результатів за обрані дату і час.

АРМ оператора термометрії встановлюється, як правило, в лабораторії, місцеві блоки можуть монтуватися як на галереях так і на бокових стінках силосів внизу в залежності від потреб замовника (рис. 22).

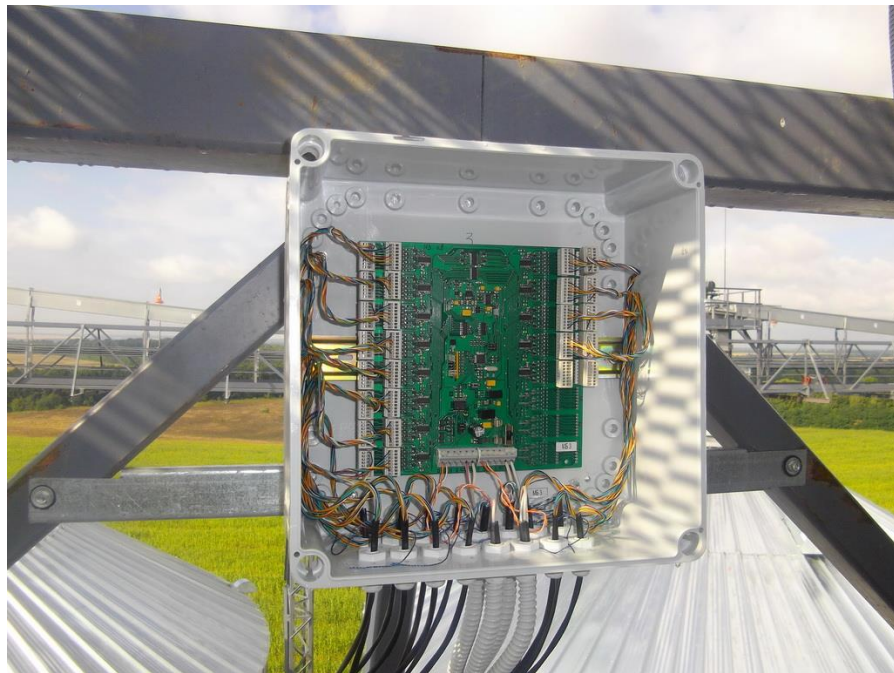


Рис. 22. Місцевий блок термометрії монтований на галереї елеватора

Ще одним показником, який характеризує стан зернової маси під час зберігання, є вологість, яку визначають пошарово, що дає змогу мати інформацію про рівномірність розподілу вологи. Розшарування зернової маси за вологістю свідчить про міграцію вологи і перебіг процесів її випаровування та поглинання. Для запобігання утворенню ділянок зернової маси з підвищеною вологістю слід вживати заходи щодо його ліквідації.

Рівень вологості сухого і середньої сухості зерна перевіряють не рідше одного разу на місяць, вологого та сирого – один раз на тиждень та після кожної доробки (очищення, сушіння, вентилявання). Контроль за вологістю насінневого матеріалу, що зберігається насипом, здійснюють не рідше двох разів на місяць, а також після кожного його переміщення та обробки.

Вологість визначають у зразках, які відбирають з кожної засіки або секції. Для швидкого визначення вологості зерна використовують вологоміри, робота яких ґрунтується на фізичних властивостях зерна – діелектричній проникності та електропровідності. Досить поширеними й точними на сьогодні є вологоміри FARMPRO, KETT, WILE-55, WILE-65, WILE-66 (рис. 23, 24).

Хоча переміщення вологи може відбутися в будь-який час, коли температура відрізняється в різних частинах сховища, найкритичнішим є період, коли тепле зерно зберігається за низьких зимових температур. Зазвичай зерно закладають на зберігання за його температури в 10 – 25 °С.



Рис. 23. Вологомір FARMPRO

Зернова маса, яка зберігається насипом, має міжзерновий простір, об'єм якого, залежно від форми і розмірів зернин, може становити до 30 % загального об'єму й заповнений повітрям. І саме контроль за станом повітря міжзернових просторів є найважливішим завданням під час тривалого зберігання зерна. Слід пам'ятати, що навіть коли вологість зерна є оптимальною, а вологість повітря міжзернових просторів становитиме 60 –

70 %, то ця вологість із повітря обов'язково буде перерозподілена і потрапить у зерно.



Рис. 24. Вологомір WILE-65

Пізньої осені або ранньої зими середня температура знижується до $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче, що викликає охолодження зерна й повітря біля стін сховища. Внаслідок цього відбувається переміщення тепла і вологи, утворюється конденсат, як результат – пошарове самозігрівання зерна з утворенням на його поверхні кірки. Для відновлення вентиляції усієї маси зерна, його поверхня має бути очищена від кірки. Під час різкого потепління у весняний період, а також за умови зберігання холодного зерна в теплі місяці волога також може переміщуватися та викликати самозігрівання. Холодними ранками необхідно проводити перевірку внутрішньої сторони даху на наявність конденсату чи льоду, перед тим як сонце нагріє дах. Така конденсація вологи майже завжди є ознакою переміщення вологи й вказує на незадовільний стан зерна.

Ще одним фактором вчасного виявлення псування зернової маси під час зберігання є зміна у ній складу та кількості домішок. Збільшення відсотка запліснявілих, пошкоджених, потемнілих або зіпсованих зерен свідчить про несприятливі умови зберігання. Зазвичай кількість таких зерен збільшується у результаті розвитку мікроорганізмів, комах і кліщів або утворення осередків самозігрівання в початкових стадіях розвитку. Тому під час визначення засміченості особливу увагу звертають на вміст зазначених вище фракцій домішок. Уважний огляд усіх зерен у наважці, взятої для визначення домішок, допомагає своєчасно виявити початок утворення активних осередків плісняви.

Детальний контроль за станом зернової маси щодо зараженості її шкідниками хлібних запасів дає змогу вчасно локалізувати або повністю знищити кліщів та комах. Перевіряють зараженість зернової маси, що зберігається у сховищі, шляхом окремого дослідження точкових проб за шарами (у верхньому, середньому і нижньому) (рис. 25). Насіння у насипу перевіряють на зараженість шкідниками хлібних запасів залежно від його температури та вологості в певні строки (табл. 4).

Таблиця 4 – Строки спостереження за зараженістю зерна

Вологість зерна, %	Температура насипу зерна		
	5 °С і нижче	від 5 до 10 °С	10 °С і вище
До 15	1 раз у 20 днів	1 раз у 15 днів	1 раз у 10 днів
Вище 15	1 раз у 15 днів	1 раз у 10 днів	1 раз у 5 днів

Зразок для визначення зараженості шкідниками зерна масою 1 кг відбирають у найменш вентильованих частинах насипу. У разі виявлення шкідників вживають негайних заходів щодо ліквідації зараженості ними насіння.



Рис. 25. Відбір зразків для визначення зараженості зерна шкідниками

За зберігання зерна в зерносховищах насипом або у контейнерах великої місткості проби відбирають з кожної партії масою до 25 тонн у п'яти місцях, масою більше 25 тонн – в 11 місцях.

За висоти насипу в 1,5 м у кожному місці відбирають три точкові проби (по 50 – 100 г): у верхньому шарі на глибині 10 – 15 см, у середньому шарі – на глибині, яка дорівнює половині висоти насипу, в нижньому – біля підлоги, за висоти менше 1,5 м – у верхньому і нижньому шарах.

Крім цього, проби відбирають у місцях можливого скупчення шкідників: у найвищих точках поверхні зернового насипу, місцях найбільш вологих і запилених, місцях, де шар найбільше прогрівається, поблизу стовпів, колон і стін й приєднують до проб з відповідного шару насипу.

Із силосу елеватора проби зерна відбирають під час випуску зерна із силосу через однаковий інтервал часу, який встановлюють у залежності від швидкості переміщення зерна, але з таким розрахунком, щоб загальна маса проб була не меншою за 100 г на кожен тону зерна.

З партії зерна, що зберігається в зашитих мішках, точкові проби відбирають мішковим щупом з подальшою заробкою проколів у мішку. Щуп має бути такої довжини, щоб його жолобок (робоча частина) сягав середини

мішка (20 – 30 см). Від зерна, затареного в контейнери, точкові проби відбирають конусним щупом. Кількість проб залежить від величини партії зерна, відповідно до норм.

За довготривалого зберігання зерна у типових зерносховищах систематично проводять його органолептичне оцінювання. Свіже здорове зерно має природній запах, характерні колір і блиск. Розвиток у зерновій масі небажаних процесів супроводжується зміною показників свіжості, набуття запахів розпаду. Зокрема, утворення специфічного спиртового запаху вказує на інтенсивне анаеробне дихання зернової маси, а поява затхлого запаху плісняви свідчить про активний розвиток мікроорганізмів. Солодовий запах вказує на проростання. Зміна кольору (потемніння зерна) свідчить про початок процесу самозігрівання. За виявлення запахів різного походження зернову масу відразу провітрюють і охолоджують. Для свіжозібраного зерна обов'язкове періодичне провітрювання.

За зберігання сортового насінневого зерна обов'язково перевіряють його схожість і енергію проростання, не рідше одного разу в два місяці. Ці показники свідчать про стан зернової маси під час зберігання.

Організацію і техніку спостереження за зерновими масами проводять відповідно до чинних інструкцій, окремі показники якості зерна і насіння визначають згідно зі стандартними методиками, а результати за всіма показниками у хронологічному порядку заносять у журнал спостережень.

Чітке дотримання інструкцій і методик аналізу стану партій зерна, контроль правильності організації його зберігання на підприємствах різного ступеня оснащення та своєчасне вживання тих чи інших заходів технологічного порядку (провітрювання, охолодження, знезараження, сушіння та ін.) забезпечує тривале зберігання зернової маси з мінімальними втратами в масі та якості.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Назвати класифікаційні ознаки зерносховищ.
2. Назвати та охарактеризувати способи зберігання зерна в одноповерхових складах.
3. Назвати та охарактеризувати особливості зберігання зерна в зерносховищах силосного типу.
4. Назвати та охарактеризувати особливості зберігання зерна в елеваторах.
5. Назвати види елеваторів.
6. Назвати показники за якими ведеться спостереження під час зберігання зерна в сховищах.
7. Назвати методи визначення температури під час зберігання зерна.
8. Назвати методи визначення вологості під час зберігання зерна.
9. Що таке автоматизовані системи термометрії. Приклад.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жемела Г.П., Кучумова Л.П., Аниканова З.Ф. Справочник по качеству зерна. К.: Урожай, 1988. 216 с.
2. Жемела Г.П., Шемавньов В.І., Олексик О.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Полтава, 2003. 420 с.
3. Лесик Б.В., Трисвятський Л.О., Сабуров М.В., Сніжко В.Л. Зберігання і технологія сільськогосподарських продуктів. К.: Вища шк. 1973. 401 с.
4. Подпрятков Г.І., Скалецька Л.Ф., Сеньков А.М., Хилевич В.С. Зберігання і переробка продукції рослинництва. К.: Мета, 2002. 495 с.
5. Пузік Л.М., Пузік В.К. Технологія зберігання і переробки зерна : навчальний посібник. Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Х. : ХНАУ, 2013. 312 с.
6. Рожко І.С. Стандартизація, управління якістю, технологія зберігання та переробки продукції рослинництва. Методичні рекомендації для виконання розрахункових робіт студентами ОКР «бакалавр» факультету агротехнологій та екології. Львів. 2016. 40 с.
7. Справочник по качеству зерна / под ред. Г.П. Жемелы. К.: Урожай, 1983. 176 с.
8. Федорчук А. Кладіть вологе зерно в мішки [Електронний ресурс]: АгроМаркет №1. Електрон. текст. дані. Режим доступу: www.agrotimes.net/journals/article/kladit-vologe-zerno-v-mishki, вільний (дата звернення: 22.03.2018). Заголовок з екрана. Мова укр.
9. <https://innovinnprom.com/galuzevi-rishennya/systemy-termometriyi>

