

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА І НАСІННЯ

Проведено аналіз існуючих технологій та технічних засобів для зберігання зерна і насіння; в статті також викладено перспективні напрями розвитку технологічного обладнання та альтернативні технічні рішення для зберігання зерна і насіння.

Постановка проблеми

Зберігання зерна – один з найважливіших етапів, що визначають якість насіння при посіві. Воно може як сприяти підвищенню схожості в результаті післязбирального дозрівання, так і призводити до зниження або повної втрати схожості під дією різних чинників.

В межах термінів зберігання зернових культур, що зустрічаються, якість насіння найбільшою мірою визначається не тривалістю, а умовами зберігання.

Найбільші втрати відбуваються в перші дні й тижні зберігання насіння. Зберігання насіння починається не в сховищі, як це прийнято вважати, а значно раніше, – ще в бункері комбайна і транспортних засобах по дорозі на тік. Потім насіння зберігається перед і між обробками й лише після завершення частини або повного циклу обробки потрапляє в зерновий склад.

Період зберігання поділяють на два етапи: підготовчий – від утворення зернової маси при обмолоті до завершення післязбиральної обробки; стаціонарний – зберігання підготовленого, досить стійкого зерна в спеціальних або пристосованих сховищах.

Мета дослідження

Основна практична задача підвищення якості насіння при зберіганні полягає в скороченні до мінімуму підготовчого періоду; швидкій та технологічно правильній передачі насіння на стаціонарний режим зберігання.

Аналіз останніх досліджень та постановка завдання

При стаціонарному зберіганні сухого зерна, яке пройшло післязбиральну обробку, зазвичай не виникає серйозних труднощів, істотних кількісних та якісних втрат. Протягом всього періоду зберігання необхідно систематично контролювати стан зерна і насіння [1]: вимірювати температуру насипу, визначати вологість, колір, запах, зараженість шкідниками, схожість.

Температуру зерна необхідно вимірювати термометрами, визначаючи її в кожному засіку на різних глибинах: 20–30 см від поверхні насипу, в середній частині і внизу біля підлоги [2].

Поверхню насипу великих партій умовно поділяють на секції по 50 м², які обстежують окремо. Щоб охопити всю площу засіки або насипу кожен наступний раз температуру вимірюють в новому місці, у перші 1–2 місяці – щоденно, пізніше – 2–3 рази, взимку – один раз на тиждень, весною – щоденно. Температуру вологого й сирого зерна перевіряють частіше, ніж сухого.

Від вологості великою мірою залежить збереження насіння. Вологість зерна перевіряють окремо по кожній партії [3], засіку – пошарово: біля поверхні, на середині і внизу насипу. Восени і весною аналіз проводять двічі на місяць, взимку – один раз.

Результати досліджень

Схожість – основний показник якості насіння – перевіряють через 4 місяці й в кінці терміну зберігання за 20–30 днів перед посівом, а також додатково після кожної обробки.

Зараженість насіння шкідниками визначають взимку раз на місяць, восени і весною – через 10–15 днів.

Зміна кольору, запах, пліснявіння свідчать про неякісне зберігання. Запах (затхлий, гнильний) з'являється внаслідок активної життєдіяльності мікроорганізмів, як правило, на зерні підвищеної вологості. Припинити подальше псування таких партій можливо шляхом просушування. Запах і колір насіння визначають у всіх зразках, відібраних для різних аналізів.

Вологе насіння (15,5–17,0 %) основних зернових культур можна тимчасово зберігати на установках активного вентилявання шаром 2–3 м в тих областях, де рівень вологості вважається кондиційним. Проте цей спосіб не гарантує повного збереження якості насіння.

При зберіганні насіння в силосах елеваторів найбільше зовнішнє середовище впливає на верхній півметровий шар. Так при дворічному зберіганні ячменю з вологістю 12,5 % насипом в 12 м схожість по всіх шарах дорівнює 96–97 %.

Зберігання насіння високим насипом підвищує ефективність використання складських приміщень, на насип менше впливає зовнішнє середовище, менше зволожується в осінньо-зимовий період, повільніше прогрівається при літньому зберіганні. Проте в більшості сільськогосподарських підприємств насіння

зберігається невисоким шаром (висота насипу 102 см; сухе насіння насипом 120 см). Однією з основних причин невеликої висоти насипу є недостатня механізація процесів завантаження та вивантаження зерна.

У таблиці 1 наведені дані щодо рекомендованої висоти насипу насіння й висоти укладання мішків при зберіганні.

Таблиця 1. Рекомендована висота насипу сухого насіння й укладання мішків при зберіганні

Культура	Вологість насіння не вища, %	Пора року			
		холодна		тепла	
		висота насипу, м	кількість рядів мішків у штабелі	висота насипу, м	кількість рядів мішків у штабелі
Пшениця, ячмінь, овес, жито, гречка	14	3	8	2,5	8
Горох, кормові, квасоля, чечевиця, нут, люпин	14	2,5	8	2,0	6
Просо, рис	14	2	6	1,5	4
Льон	13	2	8	1,5	6
Соняшник	7	1	5	1	4
Конюшина люцерна, тимофіївка, житняк	14	–	8	–	6

На даний час в сільськогосподарських підприємствах використовують такі сховища:

- спеціалізовані (для зберігання насінневого зерна);
- універсальні (для зберігання насінневого, продовольчого і фуражного зерна одночасно).

Відомо, що в періоди збирання й післязбиральної обробки насіння сильно травмується. Найбільше травмування за післязбиральної обробки відбувається в норіях і зернопроводах, при роботі скребкових і шнекових транспортерів, в трієрах. За підвищеної вологості відсоток травмованого насіння зростає на 10–15 %. Всі види травм призводять до різкого зниження польової схожості насіння. Зменшення травмування насіння при післязбиральній обробці можна досягти за рахунок зменшення перепусків зерна через транспортуючі механізми. Тому насінневе зерно підвищеної вологості слід сушити методом активного вентилявання повітрям, підігрітим до 35–45 °С.

Відомо, що посівні якості насіння з механічними травмами можна зберегти завчасним протравленням різними хімічними препаратами, оскільки це знижує

шкідливий вплив мікроорганізмів, особливо цвілевих грибків. Проте завчасно протравлювати можна тільки сухе насіння.

За даними офіційної статистики, щорічно в Україні через недостатньо розвинену матеріально-технічну базу з переробки й зберігання зерна втрачається до 3 млн т врожаю. Більшість існуючих елеваторів не відповідає сучасним вимогам. Вони потребують капітального ремонту, заміни старого чи застарілого устаткування, а, отже, величезних капіталовкладень. Зберігання зерна на таких елеваторах стає економічно не вигідним.

Світова практика показує [4], що перехід до зберігання зерна в металевих вентиляльованих силосах знижує в 2–2,5 рази будівельні та експлуатаційні витрати. Обладнані системами термометрії й активного вентилявання зерна, вони дозволяють запобігти його псуванню через самозігрівання, підмокання тощо.

Прибране з поля зерно вимагає фізіологічного дозрівання, яке відбувається вже в сховищі. Після завантаження в сховищі відбувається інтенсивне випаровування надмірної вологи, підвищення температури зерна, тим самим створюються ідеальні умови для розвитку цвілі й комах-шкідників. У зерновій масі силосу йде безперервний процес обміну вологою та температурою. Якщо повітря в міжзерновому просторі має відносну вологість нижчу, ніж у зерна, то волога переходить з зерна в повітря, якщо ж відносна вологість повітря вища, ніж у зерна, то волога з повітря переходить в зерно. Тому в цей період дуже важливий контроль за температурою та вологістю зерна і повітря в силосі.

Аерація дає можливість регулювати температуру зерна, знижувати його вологість і боротися зі шкідниками шляхом пониження температури зернової маси нижче 10 °С протягом 15 діб. При виявленні підвищеної кількості комах-шкідників в зерні система аерації дозволяє зробити фумігацію (хімічну обробку). Перераховані вище заходи призводять до зниження втрат зерна при зберіганні до 1–2 % і підвищення якості зерна.

Збірні металеві зерносклади мають такі переваги:

- знижують капітальні витрати при монтажі в 2–3 і трудомісткість монтажу в 4–5 разів;
- дають змогу максимально наблизити склади до місця збирання і використання фуражного зерна;
- дають можливість впроваджувати повну механізацію й автоматизацію вантажно-розвантажувальних робіт і зберігати зерно, використовуючи прості в експлуатації та надійні пристрої;
- забезпечують оперативний контроль за процесами, що відбуваються у зерновій масі.

У нашій країні найбільше застосування мають склади зерна ангарного та баштового типів на основі бетонних конструкцій, які мають підвищені

технологічність виготовлення, монтажопридатність, гіршу захищеність від гризунів, порівняно з металевими аналогами.

Згідно зі статистикою Міністерства АПК України, на даний час більше 40 % господарств країни потребують пристосованих для зберігання зерна приміщень, а на сьогодні, як правило, наявні приміщення типу комори з напільним зберіганням зернових; у деяких регіонах України забезпеченість господарств приміщеннями для зберігання зерна складає лише 12–20 %. Крім того, більшість існуючих елеваторів оснащена старим устаткуванням, побудована більше 30 років тому й потребує серйозних ремонтів або реконструкцій.

Ситуація, що склалася останніми роками з експортом зерна, показала наявність в Україні дефіциту перевалочних зерносховищ великої місткості (20–100 тис. т), забезпечуючих накопичення і швидке перевалювання необхідних партій зерна (на водний транспорт).

Потреби зернопродукуючих господарств і зернотрейдерів України в сховищах зернових покликані задовольнити комплекси устаткування, запропоновані як вітчизняними, так і закордонними виробниками: ВАТ «Вібросепаратор», ВАТ «Карловській машинобудівний завод» (Україна); фірми «MES» (York), «Stormor», «Shivvers» (США); «ARAJ» (Польща); компанія «Brock», що представлена представництвом «Амако» на Україні.

Один з лідерів вітчизняного машинобудування ВАТ «Карловській машинобудівний завод» для зберігання зерна передбачає виготовлення металевих силосів (від 200 до 5000 т в кожному), в яких забезпечується оптимальний режим зберігання за рахунок системи термоконтроля і вентиляції.

Пропонуються також невеликі перевалочні елеватори, технологічна схема яких дозволяє формувати партії зерна з необхідними якісними показниками. Місткість таких елеваторів – 3–5 тис. т. В останні роки все частіше використовують силосні сховища з металевих конструкцій гладкої та гофрованої форм.

Перевагами сховищ силосного типу є їх компактність при великих об'ємах закладеного зерна, простота прив'язування механізмів для виконання технологічних операцій. Найбільш поширені такі сховища круглої форми діаметром від 4 до 48 м та заввишки до 30 м.

Запропоновані заводом конструкції комбінованих зерносховищ дають змогу зернопродукуючим господарствам збільшити об'єми збереження та переробки зібраного врожаю при безпосередньому контролі протікання технологічного процесу та впливом на якість й ефективність збереження врожаю. Застосування автоматизації процесу та групування технологічних операцій – очистки, сушки та зберігання врожаю – дозволить зменшити витрати аграріїв на стадії післязбиральної обробки зерна.



**Рис. 1. Загальний вид зерносховищ
ВАТ «Карловській машинобудівний завод»**

Таблиця 2. Технічна характеристика зерносховищ плоскодонного типу

Модель	СМБК 110.4.К40 ВАТ «Карловській машинобудівний завод»	85-04231 фірма «Brock»	SPA 10,5/15 фірма «ARAJ»	Башти фірми «Bin-500»
Діаметр, м	11	12,8	10,5	8,6
тах місткість, м ³	667	3317,8	1680	695
Загальна висота, м	13,3	28,76	21,1	12

Перевагами таких сховищ можна вважати: керований калорифер; контролер керування сушіння з комплектом датчиків; циліндричну ємність з плоским перфорованим дном, в якому зроблено щілини для продування повітря; подвійні стики стінок ущільнено поліуретановою плівкою для гідроізоляції.

З метою автоматизації процесу консервування та зберігання башти обладнуються вентилятором, електричним нагрівачем та контролером з комплектом датчиків, що дає змогу:

- здійснювати нагляд за біологічними процесами, які відбуваються в масі зерна;

- виконувати охолодження та низькотемпературне досушування зерна;
- перешкоджати зволоженню зерна від розвитку плісняви;
- мінімізувати енергозатрати при активному вентиляванні та сушінні.

Також на ринку України представлена потужна компанія «Brock», яка впроваджує передові технології в процесі побудови промислових силосів для зберігання зернових культур. Запропоноване досить вдале рішення з накопичення сипких матеріалів, таких як: зерно, комбікорм, борошняні

продукти, деревні гранули тощо. Стандартною формою виготовлення бункера вважається форма з рівними бічними стінками (квадрат в поперечному перетині).

Структуру бічних стін силосу складають сталеві листи, посилені хвилястим або трапецієподібним рифленням. Всі компоненти силосу проходять обробку "гарячим" цинкуванням, чим забезпечується багаторічний термін експлуатації в агресивних середовищах (велика вологість, морський клімат, часта зміна температур, зернові культури високої вологості).

Максимальна місткість силосу розрахована з урахуванням завантаження зерна до рівня 25 мм нижче за край даху з кутом природного відкосу 28° при 769 кг/м^3 і фактора ущільнення 6 %. Силоси сконструйовані з урахуванням таких умов: швидкість вітру – 145 км/год.; сейсмічна зона 1. Величина стандартного максимального навантаження на дах варіює в межах 1134–4536 кг залежно від діаметра силосної ємності.

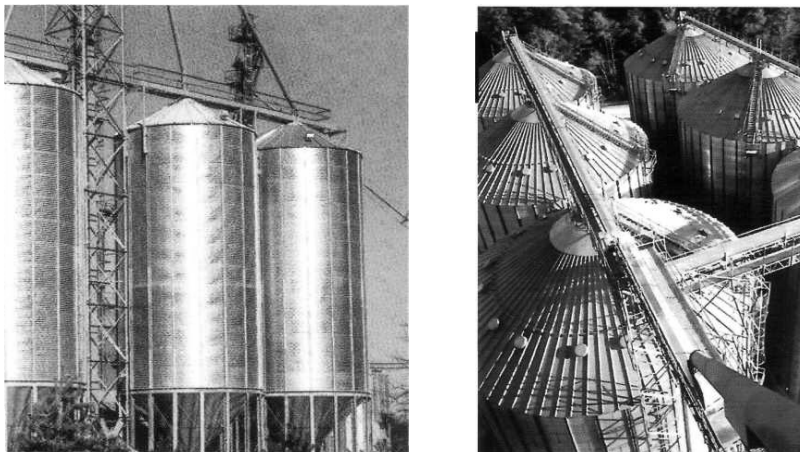


Рис. 2. Загальний вигляд зерносховищ фірми «Вгоск»

Також компанія «Вгоск» займається розробкою та виготовленням бункерів для зберігання вологого зерна або насіння, бункерів для охолодження зерна після сушки, що виробляються на конусному днищі.

Міцна конструкція хрестоподібних кріплень між опорами додає бункеру більше міцності. Кріплення легко вмонтовуються, забезпечуючи доступ до завантажувальної воронки. Гравітаційні дахові повітровідводи (грибоподібні або колінчасті) забезпечують безперешкодний рух повітря всередину бункера.

Силоси, що розроблені фірмою «ARAJ», типу SPA призначені для тривалого зберігання всіх сортів зерна, рапсу, кукурудзи, бобів насіння олійних рослин й інших видів зерна. Відповідний підбір перфорованої підлоги, проточних вентиляторів і витяжок забезпечує кондиціонування і досушування. Вони можуть встановлюватися як окремо, так і комплексно в елеваторах.

Силоси з конусним днищем місткістю від 130 до 640 т призначені для тривалого зберігання зерна. Використовуються також як операційні силоси і служать для короткочасного зберігання до і після технологічних операцій, таких як сушка або очищення зерна.

Експедиторські силоси місткістю від 18 до 32 т використовуються для швидкого завантаження транспортних засобів або як операційні силоси. Завдяки сучасним конструкторським рішенням експедиторські силоси забезпечують високу якість і надійність під час експлуатації.

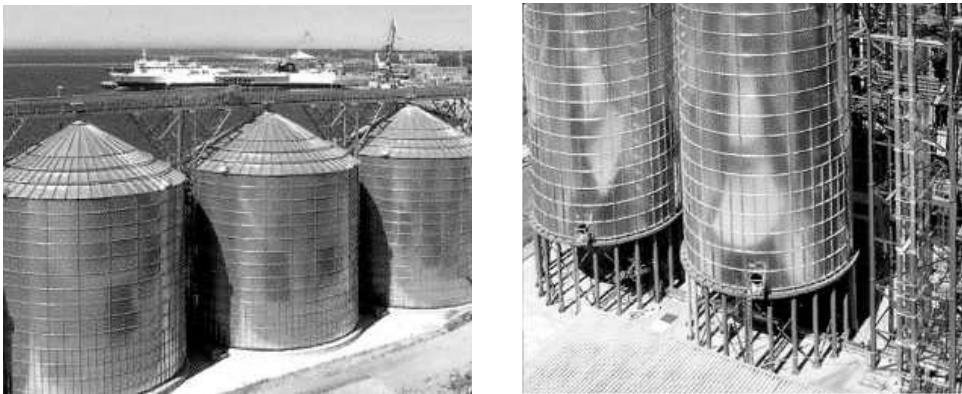


Рис. 3. Силоси фірми «АРАJ» типу SPA

В процесі післязбиральної обробки і зберігання врожаю сільськогосподарських культур, щоб уникнути самозігрівання і псування, необхідно різко знизити життєдіяльність зерна, мікроорганізмів і шкідників охолодженням, хімічною обробкою, зберіганням без доступу повітря або видаленням вологи. При цьому застосовують такі способи консервації рослинних матеріалів у вологому стані: герметичне зберігання, хімічну консервацію та зберігання в охолодженому стані.

Зберігання в бункерах (без доступу повітря або в регульованому газовому середовищі), що герметизуються, вимагає складного й дорогого технологічного устаткування. Тому поки цей спосіб розповсюджений обмежено.

Хімічна консервація, заснована на змішуванні вологих матеріалів з консервантами (мурашиною та іншими кислотами) в певній пропорції, дозволяє зберігати продукцію з вологістю до 50 % і не вимагає великих капіталовкладень. Проте хімічну консервацію не можна застосовувати для продовольчого й насінневого зерна.

Консервацію зерна охолодженням застосовують при тимчасовому і тривалому (до одного року) зберіганні вологого матеріалу, а також при аерації зерна в сховищах при підвищеній вологості повітря. Для охолодження використовують атмосферне повітря або охолоджене в холодильних установках до 7–10 °С. Штучне охолодження продуванням повітря крізь шар матеріалу

називають активним вентиляванням. Установки для активного вентилявання також застосовують при сушці продуктів зневодненим (хлористим кальцієм тощо) або підігрітим повітрям.

Для тимчасової консервації вологого зерна (до 30 %), а також зимового зберігання насінневого матеріалу кондиційної вологості широко застосовують установки для активного вентилявання. Крім того, їх використовують як резервні бункери або бункери для проміжного відлежування при послідовній роботі сушарок, а також накопичувачів вологого зерна у складі зерноочисних агрегатів і зерноочисно-сушильних комплексів і пунктів.

При вентиляванні вологого зерна або за відносної вологості повітря більше 65 % останній підігрівають (нагрів повітря на 1 °С знижує відносну вологість на 5 %).

За конструкцією установки для активного вентилявання поділяють на пересувні, напільно-переносні й стаціонарні. Пересувні вентиляційні установки застосовують, в основному, для ліквідації в осередку самозігрівання зерна; напільно-переносні – для вентилявання зерна в складах, під навісами і на відкритих майданчиках. Поширено також використання бункерів для активного вентилявання (БВ-40, К-878) або відділення бункерів для активного вентилявання (ОБВ-100, ОБВ-160).

Бункери для активного вентилявання БВ-25, БВ-40 вітчизняного виробництва і К-878 виробництва Німеччини призначені для накопичення і тимчасової консервації зерна вологістю до 25 % зі збереженням його насінневих і продовольчих якостей, а також для зберігання насіння кондиційної вологості в зимовий час. Бункери можуть працювати спільно з сушарками і самостійно. У комплекті з сушарками їх використовують як резервні бункери для накопичення сирого матеріалу, забезпечуючи цілодобову обробку насіння і проміжних бункерів для відлежування насіння при послідовній роботі сушарок. Всі бункери активного вентилявання мають однаковий загальний пристрій та принцип роботи, відрізняються вони тільки за розмірами.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Порівняльний аналіз моделей конструкцій зерносховищ, силосів та обладнання для активного вентилявання провідних фірм світу та вітчизняного товаровиробника дає змогу зробити висновок, що за останні десятиріччя конструкції й технологічні схеми обладнання принципово майже не змінилися.

Аналізуючи насичення ринку зерносховищами, силосами плоскодонного типу, можливо спрогнозувати, що саме такі конструкції будуть актуальні у найближчий період, а також застосування допоміжного обладнання, що дасть змогу чітко контролювати процес зберігання та ефективно впливати на нього.

Затвердилась також тенденція створення комбінованих зерносховищ та силосів, до яких входять автоматичні блоки, пристрої повітряно-решітної сепарації, редлери, норії, транспортери та інше обладнання.

Досить актуальним рішенням збереження зерна і насіння в фермерських господарствах України будуть швидкокомунтуємі зерносховища з об'ємом від 100

до 1000 т, які дозволять зберегти отриманий врожай в кондиційних умовах та з високими показниками схожості насіння.

Література

1. Послеуборочная обработка и хранение зерна / *Е.М. Вобликов, В.А. Буханцов, Б.К. Маратов* и др. – Ростов н/Д : Изд. центр «МарТ», 2001. – 240 с.
2. *Кулагин М.С.* Механизация послеуборочной обработки и хранения зерна и семян / *М.С. Кулагин, В.М. Соловьев, В.С. Желтов.* – М. : Колос, 1979. – 256 с.
3. *Карпов Б.А.* Уборка, обработка и хранение семян / *Б.А. Карпов.* – М. : Россельхозиздат, 1974. – 208 с.
4. *Дринча В.М.* Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки / *В.М. Дринча.* – Воронеж : Изд-во НПО «МОДЭК», 2006. – 384 с.