

# НАВІТЬ ДОСВІДЧЕНІ ТЕХНОЛОГИ НАВРЯД ЧИ ЗНАЮТЬ НАВЕДЕНІ В ЦЬОМУ ДОСЛІДЖЕННІ ОСОБЛИВОСТІ АЕРАЦІЇ, ФУМІГАЦІЇ ТА ЗНЕВОДНЕННЯ ЗЕРНА

**Тож знайдіть час та ознайомтеся, небайдужі,  
з викладеними новітніми зарубіжними технологіями**

**З**авантажене в сховище зерно має бути ретельно очищене. Цю операцію, в основному, проводять здавальники. Наприклад, в Австралії та Канаді за небале очищення зерна з-під комбайна на фермерів накладають чималі штрафи. **У США під час завантаження його в силос, зазвичай, проводять додаткове очищення на ротаційних машинах з одним або двома похилими круглими ситами (за типом нашого скальператора А1-Б30 з дрібними ситами).**

Для підвищення ефективності аерації насип збіжжя у сховищі повинен мати рівну, а не конусоподібну поверхню, яка утворюється при завантаженні. З цією метою застосовують спеціальні завантажувальні пристрої, що розкидають зерно та вирівнюють його за діаметром силосу. Чисто в сховищі, під місцем завантаження, утворюється ядро або стовп домішок. Тому ці масиви збіжжя періодично вивантажують для повторного очищення. **Причому, за один випуск із силосу вивільнюють лише 5 % зерна, що знижує не тільки енерговитрати, але й зменшує травмування врожаю.**

Для надійного зберігання збіжжя необхідно забезпечити рівномірний розподіл температури у всій масі зерна. Холодне повітря біля стінок сховища опускається вниз, а в центрі піднімається вгору, несучи з собою зайву вологу. На кожних 11,1 °C відносна вологість повітря підвищується вдвічі. **Оскільки холодної пори року біля покрівлі елеватора конденсується волога, на поверхні зернового шару може утворюватися цвіль. Тому-то й проводити аерацію взимку не можна.**

У сучасних елеваторах передбачене автоматичне регулювання температури. Для цього терморегулятор

виставляють на потрібний показник і фіксується початок роботи установки. Знаючи швидкість руху повітря, розраховують загальну тривалість роботи вентилятора для одного циклу охолодження силосу. При аерації на одну тону зерна необхідно забезпечити подачу 6 м<sup>3</sup>/год. повітря зі швидкістю 10 м/хв. **За таких параметрів температура збіжжя вирівнюється. До аерації краще вдаватися літньої ночі, або восени протягом 120-150 годин за один цикл.**

На ефективність аерації вкрай негативно впливає наявність домішок у центральному стовпі, а також нерівномірність його розміщення в діаметрі силосу. Загалом, ця операція слугує для вирівнювання температури масиву зерна, зниження його вологості та боротьби зі шкідниками. Приміром, за допомогою аерації протягом 15 діб за температури нижче 10 °C досягають 100 % смертності комах.

Як же краще подавати повітря в сховищі: знизу вгору чи зверху вниз? Свого часу в США це була неабияка проблема. При подачі повітря знизу (нагнітання), вгорі сховища конденсується волога. **Під час продування зернового насипу значної висоти потрібен високий статичний тиск. А ось у разі стиснення повітря вентилятором відбувається часткове перетворення механічної енергії в теплову й повітря нагрівається.**

Для підтвердження наведемо такий приклад. Якось продували зерновий насип у чотирьох силосах висотою 35 м. Один силос був порожнім, другий - заповнений на половину, а решту два - засипані повністю. При цьому ретельно контролювали тиск у системі й температуру повітря. Виявилось, що під час продування повітрям знизу вгору в порожньому силосі температура повітря збільшилася на 2,2 °C, наповненому наполовину - на 3,3 °C, а в повних - на 5,0 °C. Отже, замість охолодження зерно може нагріватися!

Таку картину реально спостерігати за висоти насипу зерна 15-20 м. Тому систему аерації для нагнітання можна застосовувати лише в північних областях України. **У регіонах же з м'якшим кліматом необхідна аерація на всмоктування, коли повітря в силос подається зверху вниз. У такому разі, нагнітаючи повітря в співвідношенні 3 м<sup>3</sup>/год. на тону зерна, можна легко справитися з комахами, оскільки вони потраплять у свіжий холодний струмінь.**

При подачі повітря знизу вгору потрібно 120-150 годин для підйому зони охолодження до верхньої частини зернового насипу, де зосереджені комахи й лише 3-4 години - у разі подачі його зверху вниз. Мети аерації буде досягнуто, коли за відносної вологості повітря 70 % температура зерна з 30-35 °C знизиться до 13-18 °C.

Особливу увагу необхідно приділити вентиляційним виходам на даху сховища. Їх вихідний переріз повинен забезпечувати рекомендовану швидкість руху повітря, рівну 300 м/хв (5 м/с). **Виходячи з цього, можна розрахувати кількість вентиляційних виходів на покрівлі. У найбільшій товщині зернового насипу швид-**



кість подачі повітря становить близько 10 м/хв (0,17 м/с). При вищих параметрах істотно зростають статичний тиск і нагрівання повітря, що вкрай небажано.

**Б**ільшість комах-шкідників (до 90 %) розвивається у верхній частині силосу. Тому там щотижня беруть проби зерна за допомогою спеціальних пасток (не плутати з пробовідбірниками) та оцінюють швидкість приросту комах. **За результатами контролю зараженості визначають необхідність проведення аерації або фумігації.**

Спостерігають за температурою зерна за допомогою кабелів з датчиками температури (термопарами). Наприклад, в силосі Ø20 м розміщено 15-20 кабелів. Їхні дані також знімаються щотижня. Інформація про температуру зерна виводиться на дисплей ПК. **При цьому фіксується середня температура та відхилення від норми зеленим, червоним і синім кольорами на схемі сховища.**

Аби провести фумігацію, потрібно отримати спеціальний дозвіл. Для цього всі фермери проходять спеціальні курси з фумігації та складають плани її проведення у себе в сховищах. Фумігацію, в основному, здійснюють фосфорорганічними препаратами: гранульованим фостаксином або екофілом. Останній дозується у співвідношенні 200/1000000, добре піддається контролю і його витрата вдвічі нижча, ніж фостаксину. **Для досягнення 100-відсоткового ефекту достатньо 7 днів фумігації.**

Зазвичай, присутність фуміганту на зерні змінюється, тому основним завданням виступає підтримання концентрації газів на належному рівні. Для цього використовують спеціальні системи аерації. При фумігації за допомогою гранульованого фосфорорганічного фуміганту герметизоване сховище оснащують замкнутою трубопровідною системою з нагнітачем. Для сховища місткістю 8000 тонн він повинен мати потужність 0,1 кВт.

Під час облаштування трубопровідної системи використовують полівінілхлоридні труби. Наприклад, для силосу місткістю 10000 тонн система аерації складається з двох вентиляторів, горизонтальних (Ø150 мм) і вертикальних (Ø100 мм) труб. Знімний нагнітач на двох гнучких шлангах установлюють безпосередньо при фумігації. Одним агрегатом можна обслуговувати відразу два силоси. **Така ж система прийнятна й для бетонних силосів. Найбільша система на 80000 тонн має 2 вентилятори та 3 нагнітачі з кожного боку силосного сховища. Після фумігації силос ще протягом 3 тижнів витримують у герметичному стані.**

Тепер ознайомимось з тим, які типи сушарок використовують у США. Передусім, застосовують ефективні теплогенеруючі установки порційного дії з діапазоном температури зерна до 40,5 °С. Існують спеціальні сушарки безперервної дії з робочою товщиною шару збіжжя 250-300 мм. Економія палива в них відбувається завдяки повторному використанню сушильного агента та охолоджуючого повітря. Перед подачею вологого збіжжя в установку воно повинно знаходитися в охолоджуваних силосах.

На Заході використовують також технології зневоднення зерна в силосах. Тобто, коли вентилятори, що подають до них повітря для аерації, оснащують електронагрівачами. **Ефективне сушіння в банках відбувається при товщині шару збіжжя 1 м. Окрім того, масу зерна при зневодненні необхідно розпушувати вертикальними шнеками, а для вивантаження його залишків із силосів в останніх монтується зачисні шнеки. Однак таке сушіння - занадто повільне.**



Щоби видалити вологу з кукурудзи, в штаті Індіана розробили спеціальну установку з такою технологією. Збіжжя вологістю 20-30 % підсушують до 16 % при температурі теплового агента 93-115 °С. Потім гарячу масу кілька годин витримують у бункері, а після цього охолоджують. Для цього в бункер подають повітря з розрахунку 30 м<sup>3</sup>/год. на тону зерно. За таких умов достатньо обробити врожай протягом 8-10 годин. **Цей ступінчастий метод зниження вологості забезпечує високу якість збіжжя - воно не розтріскується. Безсумнівно, було би краще, якби й бункер для вилежування був безперервно діючим. Таку технологію професор Р.Т. Нойес рекомендує і для України.**

Однак тут потрібно визнати, що такий спосіб сушіння зерна в нашій країні вже відомий. Його запропонував і випробував на Белгородському КХП (РФ) заслужений винахідник Росії В.І. Атаназевич. Технологія, названа автором "сушіння - вдень, а охолодження - вночі", дає можливість підвищити продуктивність установок ДСП-32 до 40-42 пл.т/год. і знизити при цьому на 10-15 % витрати палива та електроенергії на зневоднення.

Загалом, вибір типу сушарки визначається насамперед її продуктивністю, вартістю, безпекою під час експлуатації, надійністю за контролем температури, стабільністю і наявністю відповідного транспортного устаткування. **Просте очищення також відіграє важливу роль, особливо при сушінні різних партій насінного зерна.** Так, за періодичного зневоднення, тобто повного охолодження однієї партії збіжжя, термічний коефіцієнт корисної дії може бути високим, а ось кінцева вологість нерівномірна. Тут слід шукати компроміс між економією палива й рівномірною вологістю наприкінці сушіння. На таких установках не вигідно пропускати зерно дуже низької вологості.

Ступенева ж технологія - це не що інше, як модифіковане періодичне зневоднення, за якого досягають рівномірності кінцевої вологості зерна. У такому разі повітря проходить послідовно через дві або три сушарки. Але цей спосіб потребує високих витрат на придбання теплогенеруючих установок.

Залежність між температурами сушильного агента та зерна - доволі складна. Збіжжя швидко нагрівається завдяки теплому агенту. **Коли на масив впливають великі об'єми повітря, надто якщо шар його тонкий, температура зерна швидко наближається до параметрів сушильного агента. Температура повітря, що проходить крізь збіжжя, швидко спадає в міру випаровування вологи.** Тому в сушарках з поперечним рухом теплового агента утворюється великий перепад температур.

До речі, на ефективність сушіння нагрітим повітрям впливають три групи чинників:

- \* умови довкілля;
- \* вид зневоднювальних культур;
- \* конструкція теплогенеруючої установки та її робота.

**Ц**і показники ефективності враховують лише використання теплової енергії і не передбачають вентилятора (не більше 5 %). Коефіцієнт корисної дії сушарки може змінюватися з огляду на погодні умови. **Він залежить також від того, наскільки міцно волога утримується всередині зерна певної культури. Дрібне насіння віддає вологу швидше, ніж крупне.** При початковій вологості збіжжя понад 25 % тепловий агент буде повністю насичуватися. За низької ж - неможливо повністю досягти цього.

Якість зерна в разі обробки його нагрітим повітрям часто нижча, ніж за природного сушіння. Штучне зневоднення спричиняє два типи пошкоджень: від перегрівання збіжжя та занадто швидкого його сушіння. У першому випадку знижується якість зерна, призначеного для помелу, бо ж утворюється підсмажене, підгоріле й знебарвлене збіжжя, що знижує його товарну якість.

**Найбільш характерне пошкодження зерна за штучного зневоднення - утворення тріщин, що зумовлено високою швидкістю процесу. При помелі пшениці з тріщинами знижується вихід борошна вищого сорту.** Аби уникнути їх утворення, слід контролювати як температуру теплового агента, так і зниження вологості зерна на один пропуск. За високої швидкості обробки кукурудзи внутрішні тріщини утворюються в ендоспермі, що призводить до подрібнення її під час транспортування. Величина тріщин зростає в разі підвищення температури сушильного агента та подачі повітря.

Більшість тріщин у кукурудзі виникає при зневодненні в діапазоні вологості 19-14 %. Швидке охолодження висушеного зерна цієї культури спричиняє збільшення кількості тріщин. **Утворення їх зменшується за низької швидкості сушіння та охолодження збіжжя в силосах з вентиляванням. Кукурудзу з високою вологістю рекомендується зневоднювати зі швидкістю не більше 10 % за годину.**



Технологію "Full heat" застосовують для зменшення утворення тріщин у кукурудзі при швидкому сушінні її повітрям високої температури. Обробку нагрітим повітрям варто припинити за вологості, яка на 1-2 % вища від бажаної кінцевої вологості. Нагріте зерно подають із сушарки в силос, де воно повільно охолоджується за допомогою вентилявання зовнішнім повітрям. Після цього збіжжя менш крихке й не розтріскується так легко, як після зневоднення звичайними способами. **Позитивним чинником технології "Full heat" виступає збільшення продуктивності теплогенеруючої установки. Це пояснюється перенесенням процесу охолодження зерна із сушарки в окремий силос і видаленням зайвої вологи під час повільного охолодження.**

Теплова обробка може по-різному впливати на зерно. Важливу роль при цьому відіграє вид збіжжя та його подальше використання. Наприклад, у кукурудзі за сушіння під час високої температури повністю втрачається схожість, але зберігається вся кормова цінність. **А ось пшениця при таких теплових параметрах загартовується, що ускладнює її помел. Що ж до пересушеної кукурудзи, то в ній важко відокремлюється крохмаль.**

Зерно для посіву та ячмінь, призначений для приготування солоду, неможливо зневоднити за високих температур без зниження схожості. Тому-то щодо цих культур існує гранична теплова межа - температура повітря не повинна перевищувати 45 °С. Для інших видів збіжжя вона може бути вищою. **Насінню кукурудзу іноді сушать в качанах, бо ж вологу важко обмолотити без ушкодження зерна. Іноді качани обробляють до вологості 17-19 %, потім обмолочують та остаточно зневоднюють збіжжя.** І ще один важливий момент. Коли качанисту з вологістю близько 30 % сушать за температури до 100 °С, поживна цінність білків не знижується, немає також втрат каротину й підвищення кислотності жиру.

При нагнітанні не підігрітого повітря в зерно через перфоровані днища фронт сушіння переміщується вгору повільніше, ніж за обробки підігрітим повітрям. Важливо, щоби він пройшов крізь усю масу збіжжя, перш ніж воно почне псуватися. Недоліки зневоднення зерна за допомогою не підігрітого повітря полягають в

тому, що можливе його псування через повільне видалення вологи. Окрім того, не завжди вдається висушити зерно до необхідної вологості.

Кінцева вологість матеріалу після сушіння зовнішнім повітрям значною мірою залежить від його вологості. Якщо після проходження теплового фронту через силос вологість зерна занадто висока, подальшу обробку можна проводити в періоди низької вологості повітря. **Кукурудза, висушена, наприклад, до вологості 15 %, не придатна для тривалого зберігання. Прийнятна вологість її залежить від подальшого використання і тривалості утримування. Для зберігання строком до 6 місяців пшениця повинна мати вологість - 14 %, а до року - 13 %.**

Підготувала  
прес-служба  
редакції.