

УДК 536+621.1

ВИДИ СУШІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Сіренко Ю.В., доктор філософії, ст. викл.

Калнагуз О.М., ст. викл.

Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна

Сушіння – найкращий спосіб підготовки зерна для подальшого його зберігання, адже після підсушування необхідно значно менше витрат для транспортування зерна та менше витрати на подальший його обробіток.

Постановка проблеми: аналіз існуючих способів сушіння зернового матеріалу до кондиційної вологості.

На сьогодні найбільш широке розповсюдження у сільському господарстві знайшли три способи сушіння вологого зерна: механічний, сорбційний та тепловий.

Механічний спосіб застосовують у тому випадку, коли в зерна є вільна волога. При видаленні вологи цим способом (наприклад, центрифугуванням) потрібно подолати лише гідравлічний опір по товщині вологого зерна, змоченого дощем або ранковою росою.

Сорбційний спосіб застосовують, головним чином, при сушінні тих матеріалів, які не витримують сушіння або втрачають цінні властивості при нагріванні (особливо бобові культури). Плоди таких культур починають тріскати вже при нагріванні до 27 °С. При сорбційному сушінні вологий матеріал змішують з вологопоглиначем і витримують протягом певного часу. При цьому способі не потрібно витрати теплоти на нагрівання і зберігаються якісні показники зерна, що особливо важливо для насіннєвого матеріалу. Однак процес сушіння змішуванням протікає дуже повільно (1...2 тижні) і досить громіздкий, тому що при цьому необхідні додаткові складські приміщення, виділення та регенерація (висушування) вологопоглинача.

Тепловий спосіб сушіння, пов'язаний із підведенням потоку теплоти до матеріалу для випаровування з нього вологи. Інтенсивність тепло- і вологообміну обумовлена тут переважно перепадом температури зерна і сушильного середовища, і відповідно, теплотою, яка надходить ззовні.

Залежно від способу передачі теплоти до зерна, що підсушується, розрізняють: кондуктивний (контактний), конвективний, радіаційний, а також електричний (струмами високої частоти) способи теплового сушіння.

При конвективному способі сушіння – теплота, необхідна для нагрівання зерна і випаровування з нього вологи, передається йому

конвекцією (перенесенням, тепловіддачею) від газоподібного теплоносія, що рухається (нагрітого повітря або його суміші топковими газами), так званого агентом сушіння. Агент сушіння не тільки передає теплоту зерну, але й поглинає та виносить з нього надлишкову вологу.

При кондуктивному способі – вологе зерно знаходиться у безпосередньому контакті з нагрітою поверхнею та отримує теплоту від неї шляхом кондукції (теплопровідності). В якості нагрівачої поверхні використовують труби, які обігріваються парою, гарячою водою або газом. Даний спосіб може використовуватися при нормальному атмосферному тиску повітря, так і у вакуумі. Такий спосіб сушіння малоефективний, оскільки пов'язаний з великою витратою енергії, дає низьку швидкість сушіння і не забезпечує необхідної якості сушіння через нерівномірне нагрівання шарів зернової маси, розташованих на різному рівні від нагрітої поверхні. Застосування вакууму дозволяє вести кондуктивне сушіння за нижчих температур і дає можливість збільшити її швидкість. Однак складність обладнання та значна витрата електроенергії обмежують поширення цього способу.

Радіаційний спосіб сушіння характеризується тим, що потік теплоти до вологого матеріалу підводиться у вигляді променевої енергії. Радіаційне сушіння можна підрозділити на природне (сонячними променями) і штучне (інфрачервоними променями). Сприятливі умови для природного сушіння – це ясна сонячна погода та вітер. Сушіння організують поблизу складських приміщень на ущільнених або зі штучним покриттям майданчиках. Зерно розсипають шаром 10...15 см, на поверхні шару зазвичай роблять борозни у напрямку вітру.

Для сушіння фуражу та зерна іноді використовуються сонячні сушарки, в яких для нагрівання повітря використовуються пластинчасті повітряні колектори (сонячні колектори), які встановлюються на дахах. В них за допомогою сонячної енергії нагрівається повітря і природною конвекцією або вентиляторами подається в сушильні камери. Сушіння здійснюється зазвичай у 80 ... 95 - денний період з вересня по грудень. На жаль, технологія придатна лише південних кліматичних зон. В цілому, такий вид сушіння має низький ККД, при цьому тут потрібен (при низькій активності сонця) додатковий підігрівач (калорифер, теплогенератор).

Сушіння інфрачервоними променями, які випромінюють генератори інфрачервоного випромінювання, характеризується високою напругою теплового потоку, що виникає на поверхні матеріалу, що опромінюється (в 30...70 разів більшими, ніж при конвективному сушінні). Терморадіаційне підведення теплоти інфрачервоними променями (мікронізація) викликає інтенсивне нагрівання зерна, тому волога, що міститься в ньому, випаровується.

Після такої обробки зерно придатне лише для кормових цілей, для корму тваринам. До переваг даного способу можна віднести швидкоплинність та високу ефективність процесу. Поряд з цим, сушарки, що працюють за таким принципом, мають також низький ККД, високу пожежну безпеку і температуру процесу, що негативно позначається на збереженні поживних властивостей зерна і значну витрату електроенергії.

Електричний спосіб сушіння, або сушіння струмами високої частоти (ТВЧ), незважаючи на ряд переваг (швидке і рівномірне нагрівання матеріалу, висока інтенсивність сушіння), поки не знаходить широкого застосування при сушінні зерна внаслідок великої витрати електроенергії.

Останнім часом широко використовуватися надчастотне (діелектричне) нагрівання з використанням енергії змінного електромагнітного поля НВЧ діапазону. Сушіння у НВЧ-полі характеризується високою швидкістю підведення теплоти, а, отже, і інтенсивністю пароутворення в товщі зерна. Але як показали дослідження, при дії на зерно НВЧ-енергією, в результаті надлишкового тиску, що утворюється всередині зерна, волога з внутрішніх шарів інтенсивно переміщається до поверхні, де виділяється в капілярно-рідкому стані, або ж випаровується в зовнішнє середовище. У цьому спостерігається дуже висока швидкість сушіння. Проте, якісні показники зерна, внаслідок майже ударної температурної дії, порівняно з конвективним сушінням, виявляються значно гіршими, а питомі енерговитрати майже в 1,5 рази більші. При порівнянні питомих енерговитрат при сушінні – конвективні зерносушарки в порівнянні з мікрохвильовими (з використанням НВЧ-енергією) помітно практичніші.

Найбільшого поширення в сушарках набув конвективний спосіб теплопередачі. При цьому головною технологічною характеристикою є стан шару зерна в процесі сушіння. При конвективному сушінні зерно може знаходитися в стані щільного нерухомого, що рухається, псевдозрідженого, падаючого або взваженого шару. Напрямок руху сушильного агенту в конвективних сушарках відносно зерна, може бути прямоточним, протиточним і перехресним.

При сушінні зерна в нерухомому стані (лоткові, жалюзійні, стелажні сушарки) швидкість сушіння більшою мірою залежить від швидкості відведення водяної пари з окремих шарів нерухомого зерна, товщина якого може досягати від 0,6 до 3,5 м. Швидкість агенту сушіння при цьому не перевищує 0,2 м/с. Тому сушіння може тривати до 2...3 діб. У таких сушарках: температура агенту сушіння становить 35...40 °С, відбирання вологи 0,5...1,5 % за 1 год, витрата теплоти (8...20)·10³ кДж на 1 кг випареної вологи. Незважаючи на простоту конструкції, сушарки цього виду не набули широкого поширення, так

як вони мають низький ККД. При високій початковій вологості зерна і товщині його шару можливе помітне погіршення його якості.

При сушінні зерна в рухомому стані (цей принцип покладено в основу роботи шахтних, рециркуляційних, барабанних, конвеєрних сушарок безперервної дії) температура сушильного агенту сушіння може досягати 70...150 °С у шахтних, 150...250 °С у барабанних, 250...350 сушарках, а відбирання вологи за один пропуск не більше 6 % у шахтних, 5...8 % у барабанних, рециркуляційних необмежених, витрата теплоти (5,0...6,3) 103 кДж на 1 кг випареної вологи.

У шахтних зерносушарках вплив агенту сушіння на вологе зерно відбувається у вертикальних прямокутних шахтах із коробами, розташованими у шаховому порядку. Через одні коробки агент сушіння подається до шахти, через інші – відводиться із шахти.

У барабанних сушарках сушіння відбувається під дією агенту сушіння в циліндричному барабані, що обертається. Тому барабанні сушарки не рекомендується використовувати для сушіння насіння, схильного до розтріскування (горох, боби, кукурудза). У барабанних сушарках практично не регулюється тривалість сушіння. Час перебування насіння в сушильному барабані становить 15 ... 20 хв, що дозволяє знизити вологість за один прохід на 3 ... 5%. Тому через барабанну сушарку вологе зерно треба пропускати 2-3 рази або послідовно розташовувати кілька машин.

Лоткові сушарки – сушарки періодичної дії, сушильну камеру яких завантажують та розвантажують періодично. Вони прості за облаштуванням: у корпусі розташований один або декілька горизонтальних лотків з днищем із дрібчастого листового заліза; сушильний агент продувається вентилятором через шар зерна, сушить його і виходить в навколишнє середовище.

Конвеєрні сушарки є рушійною перфорованою сталевую стрічкою, на яку транспортер подає вологий матеріал. Сушильний агент проходить через отвори стрічки на шар зерна, нагріває його, поглинає вологу та видаляється назовні. Висушений продукт зсипається у вивантажувальний бункер. Конвеєрні сушарки поділяють на однострічкові та багатострічкові, останні компактніші. У багатострічкових сушарках, завдяки багаторазовому пересипанню матеріалу, він краще омивається сушильним агентом, при цьому прискорюється процес сушіння та зменшується витрата теплоти в порівнянні з однострічковими сушарками.

Пневматичні сушарки. У пневматичних сушарках вологе зерно сушиться у взваженому стані. Зерно подається через живильник у вертикальну трубу довжиною 10-20 метрів, в яку вентилятором знизу нагнітається агент сушіння. Зерно підхоплюється потоком повітря, що рухається зі швидкістю приблизно 40 м/с, і викидається вже висушеним у збірник-амортизатор. У циклоні висушене зерно відокремлюється від

повітря та видаляється через розвантажувальний пристрій. Тривалість перебування зерна у процесі сушіння становить лише кілька секунд; сам процес протікає безперервно. Пневматичні сушарки мають ряд переваг: дуже розвинена питома поверхня зіткнення зерна і сушильного агенту і, отже, швидке інтенсивне сушіння; можливість сушіння зерна за високих температур внаслідок короткочасності перебування його в сушарці; простота та компактність установки. Недоліки: труднощі регулювання процесу; небезпека вибуху при сушінні пального зернового пилу; велика витрата енергії.

Висновки. Розробка та впровадження нових енергоощадних способів сушіння відноситься до актуальних проблем післязбиральної обробки насіннєвої матеріалу. Останнім часом все більш практичного значення набуває сушіння з використанням енергії сонця та мікрохвильових приладів, які практично не впливають на якість насіння. Найперспективнішими у зерносушінні є методи комбінованого сушіння (конвективно-кондуктивний, радіаційно-конвективний та ін.)

Список використаних джерел

1. Станкевич Г.М., Страхова Т.В., Атаназевич В.І. Сушіння зерна: Підручник. К.: Либідь, 1997. 320 с.
2. Станкевич, Г. Оперативне зерносушіння // The Ukrainian Farmer. 2011. № 3. С. 18-20.
3. Малин Н.И. Энергосберегающая сушка зерна. М.: КолоСС, 2004. 240 с.
3. Антипов С.Т., Валуйский В.Я., Кретов И.Т. Технологическое оборудование для сушки пищевых продуктов: Учеб. Пособие Воронеж, 1989. 80 с.
4. Атаназевич В.И. Сушка зерна. М.: Агропромиздат, 1989. 240 с.