

Зберігання зерна в металевих сховищах

М.Я. Кирпа, доктор сільськогосподарських наук
Інститут зернового господарства УААН, м. Дніпропетровськ

Наведено техніко-технологічну оцінку нових металевих зерносховищ, виявлено особливості зберігання зерна в них. З метою підвищення надійності і стабільності зберігання рекомендовано проводити термозахист та герметизацію сховищ за допомогою полімерних матеріалів. У разі герметизації вологість зерна кукурудзи має бути на рівні 9–11 %, що підвищує термін зберігання страхових і резервних фондів та забезпечує їх якість.

В Україні останнім часом зростає кількість металевих сховищ для зберігання зерна. Їх безперечними перевагами є високі техніко-експлуатаційні показники: швидке будівництво на основі використання збірних, завчасно підготовлених елементів, широкий типорозмірний ряд, механізація завантажувально-розвантажувальних робіт, можливість герметизації, контроль за режимами зберігання. Це дозволяє оперативно будувати сховища в нових місцях, найбільш сприятливих для операцій зі зерном, проводити його заготівлю, переробку, відвантаження на різноманітний транспорт, у тому числі з метою експортного постачання. Металеві сховища можуть мати і високий рівень утилізації, наприклад у разі їх заміни чи інших непередбачуваних обставин.

Але все ж металеві сховища не є принципово новими в технологіях зберігання, оскільки їх раніше використовували у вигляді оперативних чи накопичувальних місткостей в складі механізованих потокових ліній для приймання, очищення і сушіння врожаю зерна [1]. Проте все частіше металеві сховища, у тому числі збільшеної місткості, рекомендуються для зберігання зерна, хоча б з метою притримати його і одержати більш високу ціну [2–3].

У зв'язку з цим виникає проблема технології зберігання зерна в металевих сховищах. Проблема торкається низки питань: які культури можна в них зберігати, параметри збереження, допустимі терміни зберігання тощо. Аналіз опублікованих матеріалів показує, що технологія зберігання зерна в металевих сховищах повністю не відпрацьована і не може бути механічно перенесена з іншого досвіду. Слід також зважати на конкретні погоднокліматичні умови і місце будування, оскільки сховища експлуатуються, як правило, на відкритих незахищених майданчиках і зазнають значної дії зовнішніх факторів.

Не визначені динаміка зміни температури і вологості зерна у сховищі відносно зовнішніх коливань, газовий склад в зерновій масі, якість продукції

в процесі зберігання. Не виявлені особливості підготовки зерна до зберігання в металевих сховищах: його допустима вологість, чистота, рівень ушкодження та інші показники залежно від призначення продукції. Відсутні дані щодо можливості зберігання насінневого зерна і його допустимих термінів. Не конкретизовані терміни експлуатації металевих сховищ залежно від інтенсивності їх використання, погодно-кліматичних умов, рівня оснащення.

На наш погляд, усі ці обставини будуть неминуче виникати в ході експлуатації металевих сховищ, тому слід провести їх більш широке кваліфіковане вивчення, виявити вплив важливих факторів на якість зерна, розробити науково обґрунтовану технологію його зберігання.

Відомо, що найбільше значення в технологіях зберігання має температурний режим. По-перше, температура має бути достатньо низькою для того, щоб обмежити дихання зерна, а також життєдіяльність мікроорганізмів і шкідливих комах у зерновій масі. Тобто безпечно допустимий рівень температури не повинен перевищувати 5–10 °С залежно від культури та вологості зерна. По-друге, бажано, щоб температура була стабільною, оскільки при її значних коливаннях провокується розвиток мікроорганізмів і шкідників, з'являється конденсат вологи між шарами зерна, тобто створюються умови для самозігрівання, навіть при зберіганні в сухому стані. Тому **метою** нашої роботи було оцінити техніко-експлуатаційні показники нових металевих зерносховищ, визначити в них вплив умов зберігання та температурного режиму на якість зерна кукурудзи, удосконалити конструкцію зерносховищ.

Методика досліджень. Якість зерна кукурудзи в процесі зберігання визначали за показниками вологості, чистоти та вмісту основного зерна, рівня травмованості, кислотності, схожості відповідно до чинних методів ДСТУ і ГОСТ. Температурний режим, що складався в різних шарах насипу в зерносховищі, вимірювали за допомогою дистанційної термометрії. Температуру атмосферного повітря встановлювали за даними Дніпропетровського центрального гідрометеобюро.

Результати досліджень. Встановлено, що в нерегульованих умовах звичайного сховища температурний режим значно залежав від температури навколишнього середовища. Нами проаналізована температура, яка може складатися в період збирання, заготівлі і зберігання зерна кукурудзи на прикладі умов Придніпровського регіону (Дніпропетровська область). Залежно від особливостей року і досягання кукурудзи, збирання зерна в ньому може розпочинатися з третьої декади вересня, вестися в жовтні і закінчуватися в грудні. Сховища більшою мірою можуть завантажуватися в жовтні–грудні, тобто період постійного зберігання також припадає на ці календарні терміни.

Аналіз показав, що середня температура повітря в межах 8–10 °С, яка вже є допустимою для зберігання зерна, складалася в Дніпропетровській області починаючи з другої декади жовтня (табл. 1).

Але за багаторічними даними така температура припадала раніше на першу декаду, тобто зараз спостерігається суттєве потепління клімату, що слід враховувати при зберіганні зерна у сховищах, які більш залежні від зовнішніх умов. У цілому підвищення температури відбулось на 0,9–4,2 °С за період заготівлі і зберігання зерна кукурудзи порівняно з багаторічними показниками. Характерною особливістю періоду було і різке коливання температури між максимальною і мінімальною. У середньому за роки досліджень різниця становила 20 °С, а в окремих випадках температура сягала 25–26 °С.

1. Температура повітря в період заготівлі і зберігання зерна кукурудзи за даними Дніпропетровського ЦГМ, 2004–2007 рр.

Місяць	Декада	Температура, °С				
		максимальна	мінімальна	середня	багаторічна середня	відхилення від норми
Вересень	III	29,6	9,6	17,2	13,0	+4,2
Жовтень	I	27,2	2,0	13,2	10,8	+2,4
	II	18,1	-2,5	9,5	8,8	+0,7
	III	20,6	-4,5	8,3	5,8	+2,5
Листопад	I	14,7	-7,0	4,5	3,6	+0,9
	II	12,2	-6,7	3,6	2,5	+1,1
	III	15,2	-10,8	1,6	1,3	+0,3
Грудень	I	10,6	-9,3	2,3	-0,6	+2,9
	II	9,2	-11,5	0,5	-2,6	+3,1
	III	9,2	-12,0	-1,4	-2,8	+1,4
Січень	I	8,1	-14,2	-0,8	-4,0	+3,2

Тенденція до підвищення температури повітря особливо посилилася в 2006–2008 рр. Потепління було значним; навіть в зимово-весняний період зберігання зерна середньодобова температура повітря зростала на 0,9–9,8 °С порівняно з багаторічною. Посилювалася також різниця між максимальним і мінімальним значеннями температури повітря, вона досягала 23–24 °С.

Відмічені коливання зовнішньої температури суттєво впливали на температурний режим, який складався всередині металевих зерносховищ (табл. 2). Проте вплив був неадекватний і залежав від конструкції і ступеня термозахисту зерносховища.

У сховищі зі стінками, що мали шар поліуретану, температура зерна була більш помірною і поступово знижувалася внаслідок охолодження. Наприклад, протягом перших 32 діб зберігання, температура зерна знижувалася в межах 9–5 °С, а за такий же наступний період – в межах 5,4–1,5 °С. У сховищі без термозахисту температура значно коливалась як в бік підвищення, так і зниження. В окремі періоди зберігання температура зерна підвищувалася до 16,4 °С і знижувалася до 2,5 °С залежно від коливання

зовнішньої температури. При цьому максимальне підвищення спричинювалося не лише зміною зовнішньої температури, а й фізіологічними процесами в зерні – розвитком мікрофлори, активізацією шкідників в умовах потепління, що тривало протягом 8 діб.

Встановлено певний інерційний хід температури у сховищі відносно зовнішніх значень. У середньому інерція складала 1–2 доби, тобто температура зерна в різних шарах насипу на такий час могла не співпадати з температурою атмосферного повітря залежно від її рівня та швидкості зміни, а також товщини насипу.

2. Динаміка температури в процесі зберігання зерна кукурудзи в металевих сховищах, жовтень–грудень 2006 р.

Місяць	Тривалість зберігання, доба	Температура, °С		
		повітря	у сховищі	
			з термозахистом	без термозахисту
Жовтень	4	8,6	-	-
	8	5,4	8,2	6,4
	12	3,8	-	-
	16	12,9	7,0	5,0
	20	10,5	-	-
Листопад	24	5,2	7,8	16,4
	28	-3,5	-	-
	32	7,2	5,2	2,6
	36	5,8	-	-
	40	7,3	5,4	-7,0
	44	-0,5	-	-
	48	5,7	3,8	2,5
	52	3,6	-	-
Грудень	56	3,1	2,2	4,0
	60	1,4	-	-
	64	0,4	1,5	2,5

Радіальна товщина насипу зерна у сховищі, в якому відбувалися порівняно швидкі зміни внаслідок зовнішніх температурних коливань, складала 0,3–0,6 м. На більшій глибині зміна температури була менш помітною, проте вона закономірно підвищувалась або ж знижувалась залежно від загального характеру зберігання зерна.

Температурні зміни в радіальних шарах призводили до суттєвого змінення режиму зберігання у верхній частині насипу зерна. Тут підвищувалась температура і спостерігалось відпотівання зерна порівняно з нижніми шарами насипу. Примусова аерація зернового стовпа

рекомендованими невеликими об'ємами повітря (20–30 м³/год на 1 т зерна) також не давала позитивного наслідку і, навпаки, прискорювала переміщення теплого, насиченого вологою повітря у верхню частину сховища. При контактуванні такого повітря з верхнім, порівняно холодним шаром на поверхні зерна відбувалося конденсація вологи.

Температурний режим, який складався в металевих сховищах, значно впливав на якість зерна (табл. 3). При зберіганні у сховищі з термозахистом основні показники якості зерна (вологість, чистота, кислотність, життєздатність) практично не погіршувалися впродовж 60 діб порівняно з контрольними даними. У сховищах без термозахисту встановлено підвищення вологості, кислотності та зниження життєздатності зерна, особливо у верхніх шарах насипу. Дещо збільшувалася травмованість зерна внаслідок переміщення його норіями.

3. Якість зерна кукурудзи після різних способів зберігання в металевих сховищах

Показник якості зерна	Контроль *	Спосіб	
		термозахист	без термозахисту
Вологість, %	13,4	13,1	14,5
Чистота, вміст основного зерна, %	98,0	98,2	98,0
Травмованість, %	41,0	49,0	48,2
Температура, °С:	10,2	10,2	10,2
- при завантаженні	-	8,1–11,2	6,1–16,8
- пристінний шар	-	12,5–12,8	17,8–20,7
- центральна частина	-	4,7	14,6
- різниця між шарами	-		
Кислотність, град	3,3	3,3	4,1
Життєздатність (схожість), %	94,0	92,0	82,0
* На початку зберігання.			

Отже, стабільно низька температура, яка складалася в металевому зерносховищі внаслідок його термозахисту, забезпечувала надійне зберігання високоякісного зерна впродовж 60 діб. Однак зерно при завантаженні у сховище повинне мати температуру не вище 9–10 °С. Така температура в Придніпровському регіоні настає в другій–третій декадах жовтня, коли звичайно збирають і заготовляють зерно кукурудзи. Подальше охолодження і зниження температури зерна можна вже забезпечити за рахунок природних факторів, тобто вентиляванням зовнішнім повітрям.

Відомо, що якість зерна залежить не тільки від температурного режиму зберігання. Здебільшого вона може змінюватись через вплив таких важливих абіотичних факторів, як вологість і стан зерна, доступ кисню до нього, ступінь герметичності сховища. Особливо відчутним є поєднання різних факторів. Наприклад, зерно кукурудзи, що мало вологість 9–11 % та перебувало в герметичному стані, тривалий час зберігало високу якість, незважаючи на значне коливання температури при цьому [4]. У наших досліджах посівні та врожайні якості насіння кукурудзи у такий спосіб зберігалися протягом 3–5 років, а в звичайних умовах (вологість зерна 14–16 % і негерметична упаковка) лише 1–2 роки.

Ефект герметизації полягав у тому, що між зерном і навколишнім середовищем практично призупинявся газо-вологообмін, тому вологість зерна залишалася стабільно низькою протягом всього періоду зберігання. За обмеження доступу кисню та низької вологості знижувалася також інтенсивність всіх фізіологічних процесів, тому зернова маса перебувала в режимі ксероанабіозу і була стійкою при зберіганні.

Висновки

Металеві зерносховища є високотехнологічним місцем розміщення в них зерна різних культур. Проте зберігати зерно в цих сховищах необхідно з урахуванням властивостей окремих культур, а також конструктивно-технологічних особливостей сховища. У першу чергу слід враховувати температурний режим, який складається в процесі зберігання, та показники якості зерна: вологість, ступінь ушкодження, чистоту тощо. Контролювати якість зерна та режим зберігання необхідно насамперед у верхній частині металевого сховища, де складаються найбільш нестабільні, несприятливі умови.

Надійність і тривалість зберігання зерна можна підвищити за рахунок термозахисту сховищ і нанесення на його стінки теплозахисного шару. За такого вдосконалення температура у сховищі є більш постійною і незалежною від зовнішніх атмосферних коливань, що позитивно впливає на тривалість зберігання і якість зерна.

Перспективним напрямом є також герметизація металевих зерносховищ, особливо в разі зберігання сухого зерна. Для кукурудзи рекомендується режим герметичного стану за вологості зерна 9–11 %, який є особливо ефективним у разі тривалого зберігання високоякісного насіння та зерна страхових і резервних фондів.

Бібліографія

1. Мельник Б.Е., Лебедев В.Б., Винников Г.А. Технология приемки, хранения и переработки зерна. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 367 с.
2. Вобликов Е.М. Технология элеваторной промышленности. – Ростов-на-Дону: «МарТ», 2001. – 192 с.

3. *Вобликов Е.М., Станкевич Г.Н.* Современные системы хранения зерна // Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск, 2005. – № 5(71). – С. 36–38.

4. *Кирпа М.Я.* Зберігання насіння кукурудзи та його якість // Вісник Полт. держ. с.-г. ін-ту. – Полтава, 2000. – № 5. – С. 5–7.