

УДК 633.15: 631. 563/. 576.331.2  
DOI:10.37128/2707-5826-2021-12

## СПОСОБИ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ В СХОВИЩАХ РІЗНОГО ТИПУ

**М.Я. КИРПА**, доктор с.-г наук, професор,  
заступник директора з наукової роботи  
Державної установи Інститут зернових  
культур НААН

**О.Ф. СТАСІВ**, кандидат економічних наук,  
доцент, директор Інституту сільського  
господарства Карпатського регіону НААН

**Ю.С. БАЗІЛЄВА**, кандидат с.-г наук,  
Державна установа Інститут зернових  
культур НААН

**О.М. КОЛІСНИК**, канд. с.-г. наук, доцент  
Вінницький національний аграрний  
університет

*Актуальність проведеного дослідження зі встановлення способів зберігання зерна кукурудзи обумовлена проблемою, що існує в технологіях зберігання врожаю різних культур. Способи та матеріально-технічна база зі збереження не повністю враховує особливості окремих культур, як об'єктів зберігання, що призводить до втрат продукції і погіршення її якості. Також відсутня техніко-технологічна оцінка нових способів зберігання та зерносховищ, у тому числі металевих типу.*

*В статті наведено результати досліджень, у яких виявлено особливості зберігання зерна кукурудзи в металевих зерносховищах. Встановлено температурний режим, який складається в різних місцях насипу та показники якості зерна – вологість, чистоту, кислотність, життєздатність (схожість) залежно від термозахисту сховища. Виявлено шари насипу зерна в сховищі, де складаються несприятливі умови для збереження і стабільного стану продукції. Проведена техніко-технологічна оцінка та визначено ефективність різних зерносховищ залежно від зберігання та напряму їх використання.*

*У результаті проведених досліджень складено техніко-технологічну характеристику різних способів, що застосовуються для зберігання зерна, встановлено їх переваги та недоліки. З метою безпечного зберігання в металевих зерносховищах рекомендується здійснювати їх термозахист шляхом нанесення теплоізоляційного матеріалу на зовнішні стінки сховища. Для тривалого зберігання запасів зерна кукурудзи його вологість не повинна перевищувати 12 % з вилученням із загальної маси нестійкої фракції. У перспективі необхідно збільшувати об'єми зберігання зерна в умовах керованого газового середовища, як такого, що забезпечує високий ступінь збереження продукції та її якість.*

**Ключові слова:** способи зберігання, типи зерносховищ і їх термозахист, зерно кукурудзи, якість, температурний режим

**Табл. 3. Літ. 15.**

Ефективність виробництва зерна значною мірою залежить від організації його зберігання. Аналіз стану сільського господарства різних країн показує, що у країнах з розвиненим і ефективним рівнем виробництва потужність системи зберігання повністю відповідає валовим зборам зерна. При цьому слід відмітити, що система включає не тільки розміщення й зберігання продукції, але і її первинну обробку з усіма необхідними технологічними операціями (очищення, сушіння, захист від небажаних факторів впливу на якість тощо).

Навпаки, при слабкій матеріально-технічній базі, недотриманні технології післязбиральної обробки і зберігання, втрачається значна частина продукції, погіршується її якість. За даними Міжнародної комісії (FAO) втрати зерна оцінюються на рівні 10-12 % від зібраного врожаю саме із-за техніко-технологічних порушень в організації зберігання. При цьому втрати оцінюються не тільки в кількісному виразі, а й через погіршення якості продукції.

Тому активно досліджуються і розробляються технології, а також матеріально-технічна база, що забезпечує повне збереження зерна, з урахуванням його призначення та особливостей різних культур як об'єктів зберігання. Наприклад, зерно може вирощуватися на насінні цілі, продовольчі, технічні чи кормові потреби – це змінює його технологію збереження. Також різні культури – зернові, зернобобові, олійні круп'яні відрізняються за технологією їх зберігання, обробки та зберігання.

Аналіз показує, що пріоритет у наукових дослідженнях та дослідно-конструкторських розробках мають технології та техніка з активним (керованим) принципом зберігання зерна. Зокрема, це суміщення режиму зберігання з підсушуванням, охолодженням, регулюванням газового середовища, хімічним захистом маси зерна. Відмічається, що для таких режимів зберігання найбільш ефективними є сховища металевих виконання.

**Постановка проблеми.** Останнім часом в Україні зростає кількість металевих сховищ для зберігання зерна. Їх безперечними перевагами є високі техніко-експлуатаційні показники, а саме – швидке будівництво на основі використання збірних, завчасно підготовлених елементів, широкий типорозмірний ряд, механізація завантажувально-розвантажувальних робіт, можливість вентиляції, охолодження та герметизації, залежно від стану зернових мас [1-5]. Як правило, металеві сховища оснащуються системою термометрії, яка дозволяє постійно слідкувати за температурним режимом зберігання зерна. Тому такі сховища активно будуються як в системі заготівлі (елеватори, хлібоприймальні підприємства), так і в умовах звичайних фермерських господарств для зберігання врожаю зерна різних культур. В особливих випадках металеві сховища можуть мати ще високий рівень утилізації в 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 [5-7]. Однак у цих місткостях зерно зберігали короткий час, тому особливих питань не виникало.

Проте все частіше металеві сховища, в тому числі збільшеної місткості, застосовуються для тривалого зберігання зерна, для того щоб його реалізувати за найвищими цінами. Термін тривалого зберігання може досягати 6–8 місяців і більше, тому може включати різні погодно-кліматичні умови. Є спроби зберігання в таких сховищах насінневого матеріалу, який не потребує пакування в дрібну тару.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Незважаючи на широке впровадження металевих зерносховищ, інформація щодо техніко-технологічних особливостей зберігання зерна різних культур в них вкрай обмежена. Використання зарубіжного досвіду з експлуатації металевих сховищ не повністю відповідає вітчизняним умовам. В зв'язку з цим на практиці виникають різні питання, які пов'язані зі зберіганням. Найчастіше питання такі: які культури можна в них зберігати та параметри їх збереження, допустимі терміни, якість продукції тощо. Слід також зважати на конкретні погодно-кліматичні умови і місце будування, оскільки сховища експлуатуються, як правило, на відкритих незахищених майданчиках і зазнають значної дії зовнішніх факторів.

Стосовно металевих зерносховищ не встановлено фактори зберігання: динаміку температури і вологості зерна в сховищі відносно зовнішніх метеоумов, газовий склад в зерновій масі, якість продукції в процесі зберігання. Не виявлено особливості підготовки зерна до зберігання в металевих сховищах – його допустима вологість, чистота, рівень ушкодження та інші показники залежно від призначення продукції. Відсутні дані щодо режимів зберігання насінневого зерна і його допустимих термінів.

Всі ці питання постійно виникають в ході експлуатації металевих сховищ, тому слід провести їх більш широке науково-практичне вивчення, виявити основні фактори, які впливають на якість зерна, розробити науково-обґрунтовані пропозиції щодо удосконалення сховищ.

Особливе значення для таких сховищ має температурний режим протягом всього терміну зберігання [8-9]. Нашими попередніми дослідженнями встановлено, що бажаною температурою є низька для того, щоб обмежити дихання зерна, а також призупинити життєдіяльність мікроорганізмів і шкідливих комах в зерновій масі [10]. При цьому температура має бути стабільною, оскільки при її значних коливаннях провокується розвиток мікроорганізмів і шкідників, з'являється конденсат вологи, тобто створюються умови для самозігрівання, навіть сухого зерна.

Особливим актуальним є встановлення способів і режимів зберігання зерна кукурудзи з врахуванням її особливих біологічних і фізичних властивостей, а також значної різноякісності. Значення посилюється в зв'язку зі збільшенням

об'ємів вирощування цієї культури, збереженням її врожаю в системі заготівлі і мережі фермерських господарств.

**Мета роботи** – встановити способи зберігання зерна кукурудзи в сховищах різного типу, а також металевих, визначити їх техніко-технологічну ефективність та напрями модернізації, що забезпечують повне збереження та якість продукції.

Предметом досліджень є способи зберігання зерна в сховищах різного типу.

Об'єктом дослідження: зерно кукурудзи, температурний режим зберігання, показники якості зерна, тривалість зберігання, термозахист сховищ, техніко-експлуатаційні показники різних зерносховищ.

**Матеріали та методика досліджень.** Зберігали зерно кукурудзи, зібране прямим комбайнуванням з вологістю 14%. Перед завантаженням у сховище проводили очищення зерна, вміст домішок становив 5-6 %, травмованість (механічне пошкодження) зародку зернини складала в межах 31-38 %. В окремому досліді, з підготовки до зберігання партій насінневого матеріалу, очищення виконували в режимі сортування, тобто від маси зерна відбирали фракції, які можуть бути нестійкими при тривалому зберіганні. Для цього зерно сепарували на ситах різного типорозміру, переважно с круглими отворами, відхід нестійкої (дрібної) фракції становив в межах 10-18 % залежно від гібридів кукурудзи.

Температуру та відносну вологість зовнішнього повітря наводили за даними метеослужби (м. Дніпро), порівнюючи з багаторічними даними, характерними для Придніпровського регіону. Всередині сховища температуру вимірювали за допомогою дистанційної термометрії приладом ТЕТ-2М у різних місцях насипу зерна [11]. Для цього насип умовно поділяли на пристінний шар відстанню до 0,5 м від стін сховища, верхній і нижній – товщиною до 0,5-1 м, інші шари складали центральну частину насипу. Для зберігання зерна використовували дві дослідні моделі зерносховища з місткістю кожної 10 тонн. На стінки одного зі сховищ із зовнішньої сторони наносили шар поліуретану товщиною 10 мм (таке сховище вважали як із термозахистом). Показники якості зерна визначали за стандартними методами: вологість – ГОСТ 13586.5, чистоту (домішки) - ГОСТ 30483, життєздатність (схожість) – ДСТУ4138, кислотність – ГОСТ 10844 [12-15].

**Виклад основного матеріалу.** Встановлено, що температурний режим, який складається у сховищі, значним чином залежить від температури навколишнього середовища. Нами проаналізована температура і відносна вологість повітря, яка може бути в період збирання, заготівлі і зберігання зерна кукурудзи. Наприклад, в Дніпропетровській області збирання зерна кукурудзи, особливо ранньостиглих гібридів, може розпочинатись вже у вересні. Масове збирання основних площ, як показує практика, проводиться у жовтні – листопаді і нерідко закінчується у грудні.

Отже зерно, при надходженні до сховищ та зберіганні може мати різну температуру залежно від календарних строків збирання і особливостей року. При цьому слід враховувати не тільки середню температуру повітря, а й максимальну, оскільки від неї можуть значно розігріватись металеві стінки зерносховищ. Наприклад, за три декади жовтня максимальна температура становила за роки досліджень 13,8-23,0 °С, тобто значно перевищувала температуру, за якої зерно безпечно зберігається (до 10 °С). У першій – другій декаді жовтня середня температура перевищувала безпечну на 1,3-2,0 °С. На початку листопада температура повітря трималась ще доволі на високому рівні, її максимальне значення досягало 14,1 °С. Лише починаючи з другої декади цього місяця максимальна температура повітря становила на рівні 10 °С, а середня знижувалась до 2,5 °С. В цілому, виходячи з аналізу багаторічних даних, можна відмітити суттєве потепління клімату, що слід враховувати при зберіганні зерна в металевих сховищах, які більш залежні від зовнішніх умов. В середньому підвищення температури відбулось на 1,4 °С за період заготівлі і зберігання зерна кукурудзи. Характерною особливістю було також різке коливання температури між максимальною і мінімальною, за роки досліджень, різниця становила 20 °С, а в окремі пори року досягала 26 °С.

Відмічені коливання зовнішньої температури суттєво впливали на температурний режим, який складався всередині металевого зерносховища (табл. 1). Проте наслідки впливу були різні і залежали від конструкції та ступеня термозахисту зерносховища. У сховищі зі стінками, що мали шар поліуретану, температура зерна була більш стабільною ніж у зерносховищі без

Таблиця 1

**Температура та показники якості зерна кукурудзи залежно від зберігання в металевих сховищах упродовж 60 діб**

Температура та показники якості	Контроль*)	Зберігання в сховищі	
		з термо-захистом	без термо-захисту
Вологість, %	13,4	13,1	15,3
Чистота (вміст основного зерна), %	95,0	94,3	94,3
Травмованість зародку зерна, %	41,0	48,0	48,2
Температура насипу зерна, °С:			
при завантаженні у сховищі:	10,2	10,2	10,2
пристінний шар	10,2	7,1-11,5	4,5-14,8
центральна частина	10,2	9,2-10,8	13,2-17,0
верхній шар	10,2	10,3-13,0	15,6-25,9
нижній шар	10,2	8,5-10,0	11,0-13,0
різниця між шарами	-	5,9	21,4
Кислотність, град	3,3	3,3	4,3
Життєздатність (схожість), %	92,0	90,0	72,0

\*) На початку зберігання

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

термозахисту і поступово знижувалась внаслідок охолодження атмосферним повітрям. Наприклад, протягом перших 32 діб зберігання, температура зерна знижувалась в межах 9-5 °С, а наступних 32 діб – в межах 5,4-1,5 °С. У сховищі без термозахисту температура значним чином коливалась як в сторону підвищення так і зниження. В окремі періоди зберігання температура зерна підвищувалась до 16,4 °С і знижувалась до 2,5 °С залежно від коливання зовнішньої температури. При цьому підвищення спричинювалось не лише зміною зовнішньої температури, а й фізіологічними процесами в зерні – його диханням, самозігріванням, розвитком мікрофлори.

Встановлено певний інерційний хід температури в сховищі відносно зовнішньої. В середньому інерція складала 4-5 діб, 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. Радіальна товщина насипу зерна в сховищі, в якому відбувались порівняно швидкі зміни внаслідок зовнішніх температурних коливань, складала 0,2-0,5 м, починаючи від металевих стінок. На більшому віддаленні від стінок зміна температури була менш помітною, проте вона закономірно підвищувалась або ж знижувалась залежно від температурного режиму повітря та насипу зерна. Температурні зміни в радіальних шарах призводили до суттєвого змінення режиму зберігання в верхній частині насипу зерна. У цій частині підвищувалась температура та з'являлась конденсаційна волога порівняно з нижніми шарами насипу. Примусова аерація маси зерна невеликими об'ємами повітря (20-30 м<sup>3</sup> в годину 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 випадав конденсат.

Температурний режим, який складався в металевому сховищі, значним чином впливав на якість зерна. При зберіганні в сховищі, що мало термозахист, основні показники якості зерна (вологість, чистота, кислотність, життєздатність), практично не погіршувались впродовж 60 діб порівняно з контрольними даними. В сховищах без термозахисту встановлено підвищення вологості, кислотності та зниження життєздатності зерна, особливо у верхніх шарах насипу. Дещо збільшувалась травмованість зерна внаслідок переміщення зерна норіями в процесі розвантаження сховищ. Температурний режим складався наступним чином: у захищеному сховищі коливання температури зерна залежно від місця його знаходження становило в межах 7,1-13,0 °С, а різниця між шарами складала 5,9 °С; у не захищеному – показники були 4,5-25,9 °С та 21,4 °С відповідно.

Отже стабільно низька температура, яка складалась в металевому зерносховищі із термозахистом, забезпечувала надійне зберігання високоякісного зерна впродовж 60 діб і більше. Однак зерно при завантаженні в

сховище повинно мати температуру не вище 9-10 °С. Така температура в Придніпровському регіоні настає у другій-третьій 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 від температурного режиму зберігання, а також від впливу важливих абіотичних факторів як вологість і стан зерна, доступ кисню, ступеня герметичності сховища. Особливо позитивним є поєднання низької вологості з герметичними умовами зберігання насінневого матеріалу. В наших дослідженнях, при вологості в межах 10-12 % у герметичному стані якість насіння кукурудзи зберігалась впродовж 3-5 років. При звичайних умовах (вологість зерна 14-16 % і негерметична упаковка) тривалість зберігання якісного насіння складала лише 1-2 роки. Ефект герметизації полягав в тому, що між зерном і навколишнім середовищем, практично, призупинявся газо-вологообмін, тому вологість зерна залишалась стабільно низькою впродовж всього періоду зберігання. Внаслідок обмеження доступу кисню та низької вологості знижувалась інтенсивність всіх фізіологічних процесів, отже зернова маса знаходилась в режимі ксероанабіозу і була стійкою при зберіганні. Режим герметизації та контрольованого газового середовища можна створити в умовах металевого зерносховища двома шляхами. Перший – за рахунок природних процесів дихання, які протікають у закритій зерновій масі і призводять до зниження вмісту кисню, а натомість накопичення вуглекислого газу. Другий – інжекцію інертного газу (азот, вуглекислий газ тощо) у зернову масу з доведенням вмісту кисню до позначок 1-2 %. З метою посилення стійкості насіння ефективним було також його сепарування з відбором фракцій, непридатних для тривалого зберігання (табл. 2).

Таблиця 2

**Схожість та врожайність насіння гібридів кукурудзи залежно від їх фракційного складу та тривалого зберігання, 2019 р.**

Гібрид	Рік врожаю	Фракція	Схожість, %		Врожай зерна, т/га
			лабораторна	польова	
Чемеровецький 260СВ	2015	I	92	83	8,57
		II	92	84	8,49
		III	91	77	7,95
		IV	92	73	7,40
НІР <sub>05</sub> , т/га					0,32
Збруч	2015	I	91	75	8,32
		II	91	73	8,25
		III	86	70	7,61
		IV	71	65	6,20
НІР <sub>05</sub> , т/га					0,40

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Встановлено, що з усіх фракцій – перша і друга (з більшою масою 1000 насінин) після 4-х років зберігання мали найвищу схожість і врожайність зерна. Нами також проаналізовано різні типи сховищ, які поширені в системі зберігання зерна різних культур та визначено їх основні техніко-технологічні і конструктивні характеристики (табл. 3).

Встановлено особливості, що слід враховувати на стадіях проектування, виготовлення, експлуатації та модернізації матеріально-технічної бази для зберігання зерна. Наприклад, склад наземний більшою мірою відповідає технології зберігання зерна кукурудзи та насіння олійних культур, а також зерна насінневого призначення, тобто тій продукції, яка потребує відносно м'яких режимів зберігання, без будь-якого механічного ушкодження. Слід зауважити, що останнім часом пропонуються склади наземні у вигляді ангарів зі стінками, які мають термозахист.

Силос-башта бетонний відрізняється стабільними умовами за температурним режимом і є найбільш ефективним при тривалому зберіганні великих партій. Разом з тим, необхідно зважати на подрібнення зерна при завантаженні таких сховищ, особливо кукурудзи.

Таблиця 3

**Порівняльна характеристика різних типів зерносховищ**

Тип	Переваги	Недоліки
Силос-башта металевий	Високий рівень будування і складання із підготовлених елементів. Системний контроль за зберіганням. Широкий типорозмірний ряд за місткістю	Залежність від метеоумов. Подрібнення зерна при завантаженні. Регулярний догляд за металевими конструкціями.
Силос-башта бетонний	Стабільний режим зберігання. Можливість частого перезавантаження. Надійність конструкції	Складне будування, обслуговування і контролювання якості. Подрібнення зерна при завантаженні
Склад наземний	Стабільне зберігання. Мінімальне подрібнення зерна. Можливість роздільного зберігання	Незадовільний рівень механізації, обмежена місткість. Низький коефіцієнт використання території

*Джерело: сформовано на основі власних досліджень*

Силос-башта металевий, як уже відмічалось, характеризується підвищеною залежністю від зовнішніх коливань температури (як сезонних, так і добових), тому потребує системного нагляду. Виходячи з характеристики стаціонарних зерносховищ, необхідно приймати конкретне рішення щодо того, в якій мірі

вони відповідають певній культурі, її призначенню, технології та терміну зберігання у системі вирощування чи заготівлі врожаю зерна.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Встановлено, що способи зберігання зерна в зерносховищах різного типу повинні враховувати їх конструктивно-технологічні особливості та біологічну стійкість врожаю окремих культур. При зберіганні в металевих зерносховищах слід визначати температурний режим, який складається в різних шарах насипу сховища та показники якості зерна – вологість, ступінь ушкодження, чистоту, фракційний склад, кислотність тощо. Рекомендується ще визначати показник життєздатності, який значною мірою свідчить про стійкість і придатність зерна для тривалого зберігання. Контролювати температуру зерна при зберіганні необхідно в дистанційному режимі, насамперед в верхній частині металевого сховища, де складаються найбільш нестабільні і несприятливі умови.

Надійність і тривалість зберігання зерна у металевому зерносховищі рекомендується підвищувати за рахунок його термозахисту з нанесенням на зовнішні стінки теплозахисного шару. Перспективним напрямком модернізації металевих зерносховищ, є їх герметизація, особливо для зберігання сухого насінневого матеріалу.

Для тривалого зберігання високоякісного насіння та зерна кукурудзи його вологість не повинна перевищувати 12 %, а з маси насіння рекомендується вилучати нестійку фракцію. У перспективі передбачається розширення досліджень зі зберігання насіння гібридів кукурудзи у металевих зерносховищах, пристосованих для цих цілей.

### Список використаної літератури

1. Машини, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки і зберігання зернових культур: посібник / [Колектив авторів]; за ред. В. І. Кравчука; М-во аграр. політики та прод-ва України; УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2011. 224 с.: іл., табл. (Серія «Сільськогосподарська техніка ХХІ: моніторинг, випробовування, прогнозування»).

2. Кирпа М. Я. Науково-практичні тенденції розвитку технологій та системи машин для первинної обробки і зберігання зерна. *Наукові праці ОНАХТ. Наукове видання, серія Технічні науки.* 2010. Вип. 38. Том 1. С. 147 – 150.

3. Машини і обладнання для зберігання та комплексної обробки зерна / А. С. Кобець, Ю. О. Чурсінов, С. А. Черних, М. П. Сабадаш, Н. В. Грекова, В. П. Канунніков. Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2014. 614 с.

4. Шаповаленко О. І., Дмитрук Є. А., Шаран А. В., Грегірчак Н. М., Штика Я. А., Чернишевич О. І. Дослідження процесу зберігання зерна в герметичних умовах. *Наукові праці ОНАХТ. Наукове видання, серія Технічні науки.* 2010. Вип. 38. Том 1. С.116 – 122.

5. Вобликов Е. М., Буханцов В. А., Маратов Б. К., Прокопец А. С. Послеуборочная обработка и хранение зерна. Ростовн /Д: издательский центр «МарТ», 2001. 240 с.

6. Кирпа М. Я. Напрямки енергозбереження в технологіях виробництва і зберігання зерна. Наукові праці ОНАХТ. Наукове видання, серія Технічні науки. 2010. Вип. 38. Том 1. С. 107 – 154.

7. Sinha R. N., W. E. Muir. Grain storage: part of system. Хранение зерна. Пер. с англ. В. И. Дашевского [и др.]. Под ред. и с предисл. Н. П. Козиминой. М., «Колос», 1975. 424 с.

8. Нэш М. Дж.. Консервирование и хранение сельскохозяйственных продуктов: Справочная книга / Пер. с англ. Н. А. Габеловой, Н. В. Гаделия; Под ред. и с предисл. В. И. Анискина. М.: Колос. 1981. 311 с.

9. Будюк Л. Ф., Страхова Т. В., Стебловська А. В., Шпак В. М. Дослідження температури зернової маси при заповненні металевих силосів. Наукові праці ОНАХТ. Наукове видання, серія Технічні науки. 2010. Вип. 38. Том 1. С. 151 – 154.

10. Кирпа Н. Я. Хранение зерна и факторы его долговечности. Хранение и переработка зерна. Днепропетровск, 2008. №3 (105). С. 31 – 33.

11. Поливода В. В. Моделирование процесса диффузии углекислого газа при построении автоматизированной системы управления хранением зерна. Наукові праці ОНАХТ. Наукове видання, серія Технічні науки. 2010. Вип. 38. Том 1. С. 346 – 351.

12. Станкевич Г. М., Будюк Л.Ф., Шпак В. М. Дослідження формування шарів зернового насипу в металевих силосах великої ємності. Наукові праці ОНАХТ. Наукове видання, серія Технічні науки. 2009. Вип. 36. Том 1. С. 101 – 103.

13. ГОСТ 10844-74 Зерно: Метод определения кислотности по болтушке. Зерновые, бобовые и масличные культуры. М.: Издательство стандартов. 1980.

14. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004–01–01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.

15. Методические указания по длительному хранению семян/сост. Н. В. Жукова, Н. Г. Хорошайлов; под ред. проф. Н. Г. Хорошайлова. Ленинград, 1991. 86 с.

### Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Mashyny, ahrehaty ta kompleksy dlya pislyazbyral'noyi obrobky i zberihannya zernovykh kul'tur: posibnyk (2011). [*Machines, units and complexes for post-harvest processing and storage of grain crops*]. / [Kolektyv avtoriv]; za red. V. I. Kravchuka; M-voahrar. polityky ta prod-va Ukrayiny; UkrNDIPVTim. L. Pohoriloho. Doslidnyts'ke: UkrNDIPVTim. L. Pohoriloho, (Seriya «Sil's'kohospodars'ka tekhnika KHKNI: monitorynh, vyprovovuvannya,

prohnozuvannya»). [in Ukrainian].

2. Кирпа М. YA. (2010). Naukovo-praktychni tendentsiy i rozvytku tekhnolohiy ta systemy mashyn dlya pervynnoyi obrobky I zberihannya zerna. [*Scientific and practical trends in the development of technologies and systems of machines for primary processing and storage of grain*]. *Naukovi pratsi ONAKHT. Naukove vydannya, seriya Tekhnichni nauky – Scientific works of ONAHT. Scientific publication, series Technical Sciences*. Issue 38. Vol 1. 147 – 150. [in Ukrainian].

3. Mashynyi obladdnannya dlya zberihannya ta kompleksnoyi obrobky zerna (2014). [*Machines and equipment for storage and complex processing of grain*]. / A. S. Kobets`, YU. O. Chursinov, S. A. Chernykh, M. P. Sabadash, N. V. Hrekova, V. P. Kanunnikov Dnipropetrovs`k: DDAEU. [in Ukrainian].

4. Shapovalenko O. I., Dmytruk YE. A., Sharan A. V., Hrehirchak N. M., Shtyka YA. A., Chernyshevych O. I. (2010). Doslidzhennya protsesu zberihannya zerna v hermetychnykh umovakh [*Research of grain storage process in hermetic conditions*]. *Naukovi pratsi ONAKHT. Naukove vydannya, seriya Tekhnichni nauky – Scientific works of ONAHT. Scientific publication, series Technical Sciences*. Issue 38. Vol. 1. 116 – 122. [in Ukrainian].

5. Voblykov E. M., Bukhantsov V. A., Maratov B. K., Prokopets A. S. (2001). Posleuborochnaya obrabotka y khraneny zerna [*Post-harvest handling and storage of grain*]. Rostovn /D: yzdatel`skyy tsentr «MarT». [in Ukrainian].

6. Kyrpa M. YA. Napryamky enerhozberezhennya v tekhnolohiyakh vyrobnytstva I zberihannya zerna [*Directions of energy saving in grain production and storage technologies*]. *Naukovi pratsi ONAKHT. Naukove vydannya, seriya Tekhnichni nauky – Scientific works of ONAHT. Scientific publication, series Technical Sciences*. Issue 38. Vol. 1. 107 – 154. [in Ukrainian].

7. Sinha R. N., W. E. Muir. (1975) Grain storage: part of system. Khraneny zerna. Per. s anhl. V. Y. Dashevskoho [y dr.]. Pod red. y s predysl. N. P. Kozymynoy. M., «Kolos», 1975. 424 s. [in English].

8. M. Dzh. Nésh. (1981). Konservyrovanye y khraneny sel`skokhozyaystvennykh produktov [*Preservation and storage of agricultural products*]: Spravochnaya knyha / Per. s anhl. N. A. Habelovoy, N. V. Hadelyya; Pod red. y s predysl. V. Y. Anyskyna. M.: Kolos. [in Russian].

9. Budyuk L. F., Strakhova T. V., Steblovs`ka A. V., Shpak V. M. (2010). Doslidzhennya temperatury zernovoyi masy pry zapovneni metalevykh sylosiv. [*Pre-adjustment of the temperature of the grain mass at storage of metal silos*]. *Naukovi pratsi ONAKHT. Naukove vydannya, seriya Tekhnichni nauky – Scientific works of ONAHT. Scientific publication, series Technical Sciences*. Issue 38, Vol. 1. 151 – 154. [in Ukrainian].

10. Кирпа Н. YA. (2008). Khraneny zerna y factory eho dolhovechnosty. Khraneny y pererabotka zerna [*Grain storage and factors of its durability. Storage and processing of grain*]. Dnepropetrovsk. №3 (105). 31 – 33. [in Russian].

11. Polyvoda V. V. (2010). Modelyrovanye protsessa dyffuzy yuhlekysloho haza pry postroenyu avtomatyzyrovannoy systemy upravleny yak hranenyem zerna [Simulation of the carbon dioxide diffusion process in the construction of an automated grain storage control system]. *Naukovi pratsi ONAKHT. Naukove vydannya, seriya Tekhnichni nauky – Scientific works of ONAHT. Scientific publication, series Technical Sciences. Issue 38, Vol 1. 346 – 351.* [in Russian].

12. Stankevych H. M., Budyuk L. F., Shpak V. M. (2009). Doslidzhennya formuvannya shariv zernovoho nasypu v metalevykh sylosakh velykoyi yemnosti [Research of formation of layers of a grain embankment in metal silos of big capacity]. *Naukovi pratsi ONAKHT. Naukove vydannya, seriya Tekhnichni nauky – Scientific works of ONAHT. Scientific publication, series Technical Sciences. Issue 36. Vol. 1. 101 – 103.* [in Ukrainian].

13. HOST 10844-74 Zerno: (1980) Metodo predelenyya kyslotnosti po boltushke. Zernovye, bobovye y maslychnyekul`tury [Grain: Method for determining acidity by talker. Cereals, legumes and oilseeds]. M.: Yzdatel`stvo standartov. [in Russian].

14. DSTU 4138-2002. (2003). Nasinnya sil`s`kohospodars`kykh kul`tur. Metody vyznachennya yakosti. [Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality] [Chynnyy vid 2004–01–01]. Vyd. ofits. Kyiv: DerzhspozhyvstandartUkrayiny. [in Ukrainian].

15. Metody cheskyeu kazanyya po dlytel`nomu khranenyuu semyan (1991). [Methodical instructions on long-term storage of seeds] sost. N. V. Zhukova, N. H. Khoroshaylov; pod red. prof. N. H. Khoroshaylova. Lenynhrad [in Russian].

### **АННОТАЦИЯ**

#### **СПОСОБЫ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В ХРАНИЛИЩАХ РАЗНОГО ТИПА**

*Актуальность проведенного исследования по установлению способов хранения зерна кукурузы обусловлена проблемой, существующей в технологиях хранения урожая различных культур. Способы и материально-техническая база по сбережению не учитывает особенности отдельных культур, как объектов хранения, что приводит к потерям продукции и ухудшению ее качества. Также отсутствует технико-технологическая оценка новых способов хранения и зернохранилищ, в том числе металлического типа. В статье приведены результаты исследований, в которых выявлены особенности хранения зерна кукурузы в металлических зернохранилищах. Установлен температурный режим, который складывается в различных*

местах насыпи, а также показатели качества зерна – влажность, чистоту, кислотность, жизнеспособность (всхожесть) в зависимости от термозащиты хранилища. Выявлено слои насыпи зерна в хранилище, где складываются неблагоприятные условия для сохранения и стабильного состояния продукции. Проведена технико-технологическая оценка и определена эффективность различных зернохранилищ в зависимости от хранения и направления его использования.

В результате проведенных исследований составлена технико-технологическая характеристика различных способов, применяемых для хранения зерна, установлено их преимущества и недостатки. С целью безопасного хранения в металлических зернохранилищах рекомендуется осуществлять их термозащиту путем нанесения теплоизоляционного материала на внешние стенки хранилища. Для длительного хранения запасов зерна кукурузы ее влажность не должна превышать 12 % с исключением из общей массы неустойчивой фракции. В перспективе необходимо увеличивать объемы хранения зерна в условиях управляемой газовой среды, как таковой, что обеспечивает высокую степень сохранности продукции и ее качество.

**Ключевые слова:** способы хранения, типы зернохранилищ и их термозащита, зерно кукурузы, качество, температурный режим.

**Табл. 3. Лум. 15.**

#### ANNOTATION

#### WAYS OF STORING CORN GRAIN IN STORAGE OF VARIOUS TYPES

The relevance of the study to establish methods of storing corn grain is related to the problem that exists in the technology of storage of crops of different crops. Methods and material and technical base with preservation do not fully take into account the characteristics of individual crops as objects of storage, which leads to loss of products and deterioration of its quality. There is also no technical and technological assessment of new methods of storage and granaries, including metal type. The article presents the results of research, which revealed the peculiarities of storage of corn grain in metal granaries. The temperature regime, which is formed in different places of the embankment and grain quality indicators - humidity, purity, acidity, viability (germination) depending on the thermal protection of the storage are established. Layers of grain embankment were found in the warehouse, where unfavorable conditions for preservation and stable condition of products are created. The technical and technological assessment was carried out and the efficiency of different granaries was determined depending on the storage and the direction of its use. As a result of the conducted researches the technical and technological characteristic of various ways applied to storage of grain is made, their advantages and lacks are established. For the purpose of safe storage in metal granaries it is recommended to carry out their thermal protection by drawing heat-insulating material on external walls of storage. For long-term storage of corn grain stocks, its

*humidity should not exceed 12% with the removal of the total mass of the unstable fraction. In the long run, it is necessary to reduce the storage of grain in a controlled gaseous environment, as one that increases a high degree of preservation of products and their quality.*

**Key words:** storage methods, types of granary and their thermal protection, corn grain, quality, temperature regime.

**Tabl. 3. Lit. 15.**

### **Інформація про авторів**

**Кирпа Микола Якович** – доктор сільськогосподарських наук, професор, заступник директора з наукової роботи Державної установи Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України (49027, м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського, 14, e-mail: tk170@ukr.net).

**Стасів Олег Федорович** – кандидат економічних наук, доцент, директор Інституту сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України (81115, Львівська обл., Пустомитівський р-н, с. Оброшено, e-mail: inagrokarpat@mail.com).

**Базілева Юлія Сергіївна** – кандидат сільськогосподарських наук, Державна установа Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України (49027, м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського, 14, e-mail: tk170@ukr.net).

**Колісник Олег Миколайович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: oooov@i.ua).

**Кирпа Николай Яковлевич** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора по научной работе Государственного учреждения Институт зерновых культур Национальной академии аграрных наук Украины (49027, м. Днепр, ул. Владимира Вернадского, 14, e-mail: tk170@ukr.net).

**Стасив Олег Фёдорович** – кандидат экономических наук, доцент, директор Института сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины (81115, Львовская обл., Пустомитивский р-н, с. Оброшено, e-mail: inagrokarpat@mail.com).

**Базилева Юлия Сергеевна** – кандидат сельскохозяйственных наук, Государственного учреждения Институт зерновых культур Национальной академии аграрных наук Украины (49027, м. Днепр, ул. Владимира Вернадского, 14, e-mail: tk170@ukr.net).

**Колесник Олег Николаевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ботаники, генетики и защиты растений Винницкого национального аграрного университета (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3 e-mail: oooov@i.ua).

**Kirpa Mykola** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Deputy Director for Research of the State Institution Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (49027, Dnipro, Volodymyra Vernadskoho St., 14).

**Stasiv Oleh** – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Director of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (81115, Lviv region, Pustomyty district, Obrosheno village).

**Bazileva Yuliya** – Candidate of Agricultural Sciences, State Institution Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (49027, Dnipro, 14 Volodymyra Vernadskoho Street).

**Kolisnyk Oleh** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Botany, Genetics and Plant Protection, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3).