УДК 631.362

ОЦІНКА ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ПІСЛЯ ЗБЕРІГАННЯ У ЗЕРНОСХОВИЩІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЗВОРУШЕННЯ

С. В. Кюрчев, В. О. Верхоланцева, Л. М. Кюрчева

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Україна.

Кореспонденція авторів: valentyna.verkholantseva@gmail.com.

Історія статті: отримано – квітень 2019, акцептовано – червень 2019.

Бібл. 13, рис. 8, табл. 0.

Анотація. Проведений аналіз дозволив розробити принципову схему зерносховища. Дана конструкція дозволяє уникнути значних втрат зерна, зберегти його якість, а також знизити витрати на зберігання. Потік повітря, який проходить крізь зернову масу, здійснює різносторонній технологічний вплив на зерно. Зернова продукція розміщується на певній відстані від підлоги, що значно зменшує можливість накопичення вологості нижніми шарами зернової маси. Нижню опорну поверхню піддона рекомендується виконувати металеву з метою поліпшення умов зберігання зерна, а бічні – металевими.

Розроблена система зберігання передбачає використання конвективного потоку холодоносія за двома напрямками: централізований - для постійного винесення вологи з поверхні сипкої продукції та створення необхідних умов мікроклімату та локальний – для зворушення та неперервного оновлення шарів сировини при винесенні вологи до поверхні. Така схема зерносховища із активним вентиляванням конвективним потоком холодоносія дає можливість зберегти основні властивості продукції з мінімальними втратами протягом довготривалого терміну. Локальний спосіб охолодження досягається за допомогою спеціальних імпульсних пневмодинамічних барботерів, які розміщуються з двох боків піддона з продукцією, що розміщується насипом, напроти один одного. У результаті взаємодії зустрічних пневмодинамічних хвиль та їх суперпозиції утворюються стоячі хвилі, що переносять кінетичну енергію як у повздовжньому, так і потоків, які в свою чергу зворушують зернову масу. За таких умов зберігання зернової маси практично виключаються злежування та активація небажаних мікробіологічних процесів. Дана система не передбачає застосування достатньо металоємких та енерговитратних механічних засобів зворушення зернової продукції. Застосування такого способу дозволяє швидко знизити початкову температуру партії зерна, а тим самим запобігає втратам, які виникають внаслідок у ході процесу зберігання.

Ключові слова: зберігання, технологія, зерно, зерносховище, показники якості, модель, клейковина, вологість.

Постановка проблеми

В останні роки система застосування неперервного охолодження на всіх етапах виробничого процесу від виробника до споживача набула значного розвитку у Західній Європі. Для покупців якісне охолодження продуктів визначає вибір постачальника.

Аналіз останніх досліджень

Насправді деякі харчові продукти не псуються навіть під час тривалого транспортування на великі відстані без охолодження чи заморозки. Вже багато років холодильні установки вдало застосовують для транспортування охолоджених чи заморожених продуктів. Циркуляція холодного повітря компенсує проникнення тепла через стінки де воно зберігається [1, 2, 3, 6].

Мета досліджень

Метою досліджень є визначення основних показників якості після зберігання у зерносховищі із застосуванням нового підходу.

Результати досліджень

Сільське господарство України є виробником великої кількості продукції рослинництва – зерна, технічних культур, плодів, овочів та кормових засобів. Більшість цієї продукції проходить післязбиральний обробіток безпосередньо в господарствах, реалізується державі та на ринку, частково переробляється та зберігається безпосередньо в господарствах. Враховуючи вищесказане сільськогосподарське виробництво вимагає значного удосконалення та підвищення рівня не тільки технологій вирощування сільськогосподарських культур, а також прийомів та способів після- збиральної обробки, зберігання та первинної переробки сільськогосподарської продукції.

Підготовку сховищ до зберігання продукції починають з прибирання складів і камер та прилеглих територій від решток і сміття. Сухі рештки спалюють, а вологі закопують глибоко в ґрунт. Обладнання і тару, які можна винести, складають на майданчику біля складу для провітрювання. Після прибирання сховища його кілька днів провітрюють та просушують [4, 5, 7, 8, 9].

а)

б)

Рис. 1. Загальний вигляд двох зерносховищ (а), які обладнанні розробленою системою охолодження, (б) між двома зерносховищами розташована система охолодження двох зерносховищ у ТОВ «СПП ЛАНА».

Fig. 1. General view of two granaries (a) equipped with the developed cooling system, (b) between the two granaries there is a cooling system of two granaries in LLC "SPP LANA".

Дослідження технології охолодження зернової маси, а саме пшениці із застосуванням запропонованих зерносховищ у процесі зберігання

проводили у ТОВ «СПП ЛАНА» Михайлівського району Запорізької обл.

Збереження природних якостей зерна на практиці за рахунок використання холоду, а холод – дешевий і незамінний консервант будь-якої сільськогосподарської продукції, дозволив підвищити ефективність тривалого зберігання.

Нами пропонується система зберігання зернової маси у зерносховищі, яка складається із певного виду обладнання рис. 1. Нами пропонується розглянути основні параметри якості, які були отримані у процесі охолодження у зерносховищі ангарного типу. На рис. 2 зображено зерносховище із зерном. Хочемо сказати, що нами розглядалися у ТДАТУ 3 зерносховища із різними режимними параметрами, та ми прийшли до рішення, що з температурою від 8...15 °С більш рентабельне та має кращі показники якості після зберігання. В експериментальних дослідженнях використовували пшеницю (сорт: Шестопалівка), вирощену в Запорізькій області. За допомогою програми MathCad були знайдені регресійні моделі по усім показникам [2, 9-13].

Рис. 2. Зерносховище з завантажувальним зерновим матеріалом у піддонах з бортами під час охолодження у ТОВ «СПП ЛАНА».

Fig. 2. Granary with loading grain material in pallets with sides during cooling at SPP LANA LLC.

Перший показник, який знаходили був клейковина рис. 3 і рис. 4.

Рис. 3. Залежність вмісту клейковини пшениці від терміну зберігання τ та температури зерна $t_{сер}$.

Fig. 3. Dependence of wheat gluten content on shelf life τ and grain temperature t_s .

Рис. 4. Двомірна залежність вмісту клейковини пшениці від терміну зберігання τ та температури зерна $t_{сер}$.

Fig. 4. Two-dimensional dependence of gluten content of wheat on shelf life τ and grain temperature t_{sr} .

Можемо стверджувати, що після перевірки по критеріям Фішера, Стюдента було виявлено, що модель має найменшу похибку це квадратична.

$$y = -21,4681 - 1,4414x_1 + 14,7789x_2 + 0,03069x_1^2 - 0,82105x_2^2.$$

Середнє квадратичне відхилення теоретичних та експериментальних даних дорівнює 0,031.

При цьому режимі даного процесу зберігання виявили, що найбільш сприятливим терміном зберігання є 24 тижнів при температурі не більше 9 °C, клейковина при цьому складе 28,1 %.

Далі визначали індекс деформації клейковини. рис. 5 і рис. 6.

Рис. 5. Залежність ІДК пшениці від терміну зберігання τ та температури зерна $t_{сер}$.

Fig. 5. Dependence of wheat IDC on shelf life τ and grain temperature t_s .

Також були отримані регресійні моделі, та виявлено, що квадратична модель має меншу похибку, тому вона краще описує процес.

$$y = 84,9157 - 0,9736x_1 - 1,78446x_2 + 0,014054x_1^2 + 0,53159x_2^2 + 0,03295x_1x_2.$$

Середнє квадратичне відхилення теоретичних та експериментальних даних дорівнює 0,00517.

Рис. 6. Двомірна залежність ІДК пшениці від терміну зберігання τ та температури зерна $t_{сер}$.

Fig. 6. Two-dimensional dependence of wheat IDC on shelf life τ and grain temperature t_s .

Рис. 7. Залежність вологості пшениці від терміну зберігання τ та температури зерна $t_{сер}$.

Fig. 7. Dependence of wheat moisture on shelf life τ and grain temperature t_s .

Рис. 8. Двомірна залежність вологості пшениці від терміну зберігання τ та температури зерна $t_{сер}$.

Fig. 8. Two-dimensional dependence of wheat moisture on shelf life τ and grain temperature t_s .

Найбільш сприятливим терміном зберігання є 23-24 тижнів при температурі не більше 9,5 °C, ІДК при цьому складе 65 %.

Та була визначена вологість у період зберігання рис. 7 і рис. 8.

Отримані регресійні моделі, та обрано таку модель, яка має меншу похибку:

$$y = 13,74241 + 0,163711x_1 - 0,74771x_2 - 0,00152x_1^2 + 0,051092x_2^2 - 0,00958x_1x_2.$$

Середнє квадратичне відхилення теоретичних та експериментальних даних дорівнює 0,00913.

Висновки

1. Тому головне завдання заморозки в харчовій індустрії - зберегти швидкопсувні продукти і напівфабрикати на тривалий час, з метою подальшого їх вживання. При правильному і своєчасному заморожуванні продуктів харчування все процеси старіння і мікробактеріального псування сповільнюються. В результаті ми отримуємо можливість використовувати навіть сезонні продукти практично цілий рік.

Список літератури

1. I. Palamarchuk, S. Kiurchev, V. Verkholantseva, N. Palianychka, O. Hryhorenko. Optimization of the Parameters for the Process of Grain Cooling. Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation, Springer Proceedings in Energy – 2018. Chapter No.: 94. P. 981–988.

2. Кюрчев С. В., Верхованцева В. А. Конструктивные особенности установки для сушки и охлаждения зерна активным вентилированием. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету [Електронний ресурс]. Мелітополь. 2015. Вип. 5. Т. 1. С. 108–113. Режим доступу: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/e-index.html>.

3. Ялчак В. Ф., Загорко Н. П., Скляр О. Г., Кюрчев С. В., Буденко С. Ф., Верхованцева В. О., Паляничка Н. О., Кюрчева Л. М., Циб В. Г. Обладнання складів. Зберігання зерна і зернопродуктів: Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2018. 293 с.

4. Кюрчев С. В., Верхованцева В. О. Визначення параметрів оптимізації процесу охолодження зерна. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ імені Петра Василенка, 2015. Вип. 163. С. 228–239.

5. Ялчак В. Ф., Загорко Н. П., Паляничка Н. О., Буденко С. Ф., Самойчук К. О., Кюрчев С. В., Верхованцева В. О., Олексієнко В. О., Циб В. Г. Технологічне обладнання для переробки продукції рослинництва: Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. 278 с.

6. Ялчак В. Ф., Кюрчев С. В., Стручась М. І., Верхованцева В. О. Дослідження процесу теплообміну при охолодженні шару зерна пшениці. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ імені Петра Василенка, 2015. Вип. 166. С. 50–56.

7. Кюрчев С. В., Верхованцева В. А. Разработка рекомендации по хранению пшеницы в зернохранилище. Праці ТДАТУ. Мелітополь. 2017. Вип. 17. Т. 3. С. 166–173.

8. Кюрчев С. В., Верхованцева В. О., Паляничка Н. О. Візуалізація конструкції зерносховища та процесу охолодження. «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність», присвяченої 50-річчю заснування Харківського державного університету харчування та торгівлі: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18 травня 2017 р.: Тези доповідей. Ч. 1. Наукове фахове видання. Харків. 2017. С. 258–260.

9. Кюрчев С. В., Леженкін О. М., Кюрчева Л. М., Верхованцева В. О. Застосування процесу охолодження пшениці у технології зберігання зерна. II Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності» до 85-річчя Таврійського державного агротехнологічного університету та 50-річчя Харківського державного університету харчування та торгівлі 5–7 вересня 2017 року. Харків-Мелітополь-Кирилівка, Україна, Наукове фахове видання. С. 65–66.

10. Кюрчев С. В., Верхованцева В. О., Кюрчева Л. М. Процес теплообміну між зернівками та охолоджувальним повітрям у зерносховищі. XI Міжнародна науково-технічна конференція, Одеса, 21–22 вересня 2017 р. Сучасні проблеми холодильної техніки та технології, Наукове фахове видання. С. 228–229.

11. Кюрчев С. В., Кюрчева Л. М., Верхованцева В. О. Перспективний процес зберігання зерна із застосуванням охолодження у зерносховищі. XVIII Міжнародної наукової конференції присвяченої 117-річчю від дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка «Сучасні проблеми землеробської механіки» 16–18 жовтня 2017 р., м. Кам'янець-Подільський, Наукове фахове видання. С. 141–143.

12. Паламарчук І. П., Кюрчев С. В., Верхованцева В. О. Застосування вібротехнологій у процесах зберігання сільськогосподарської продукції. Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції (17–18 травня 2018 р., м. Умань). Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва. С. 113–115.

13. Кюрчев С. В. Конструктивні особливості зерносховища із застосуванням охолодження. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. НУБіП, 2018. Вип. 298. С. 105–110.

References

1. I. Palamarchuk, S. Kiurchev, V. Verkholantseva, N. Palianychka, O. Hryhorenko (2018). Optimization of the Parameters for the Process of Grain Cooling.

Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation, Springer Proceedings in Energy – 2018. Chapter No.: 94. 981-988

2. Kiurchev S. V., Verkholtantseva V. O. (2015). Constructive features of the plant for drying and cooling the grain by active ventilation. Scientific herald of the Taurian State Agrotechnological University [Electronic resource]. Melitopol. T. 1. 108-113. Mode of access: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/e-index.html>.

3. Yalpachik V. F., Zagorko N. P., Sklyar O. G., Kiurchev S. V., Budenko S. F., Verkholtantseva V. O., Palyanichka N. O., Kiurcheva L. M., Tsyb V. G. (2018). Warehouse equipment Storage of grain and grain products: Melitopol: Publishing house of Melitopol city printing house, 293.

4. Kiurchev S. V., Verkholtantseva V. O. (2015). Determination of parameters of optimization of the process of cooling the grain. Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after. Petr Vasilenko. Kharkiv: KhNTUSG them. Petr Vasilenko, 228-239.

5. Yalpachik V. F., Zagorko N. P., Palyanichka N. O., Budenko S. F., Samoichuk K. O., Kiurchev S. V., Verkholtantseva V. O., Oleksiyenko V. O., Tsib V. G. (2017). Technological equipment for processing crop production: Melitopol: Publishing house of Melitopol city printing house, 278.

6. Yalpachik V. F., Kiurchev S. V., Storchayev M. I., Verkholtantseva V. O. (2015). Investigation of the process of heat exchange during cooled layer of wheat grain. Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after. Petr Vasilenko. Kharkiv: KhNTUSG them. Petr Vasilenko, 166. 50-56.

7. Kiurchev S. V., Verkholtantseva V. O. (2017). Development of a recommendation on storing wheat in a grain storage facility. The work of TDATU. Melitopol, Issue 17, T. 3. 166-173.

8. Kiurchev S. V., Verkholtantseva V. O., Palyanichka N. O. (2017). Visualization of the design of the granary and the cooling process. "Development of Food Production, Restaurant and Hospitality and Trade: Problems, Prospects, Effectiveness" dedicated to the 50th anniversary of the establishment of the Kharkiv State University of Nutrition and Trade: Materials of the International Scientific and Practical Conference, Kharkiv, May 18, 2017: Abstracts. 1. Scientific Professional Edition. 258-260.

9. Kiurchev S. V., Lezhenkin O. M., Kiurcheva L. M., Verkholtantseva V. O. (2017). Application of the cooling process of wheat in grain storage technology. II International Scientific and Practical Conference "Innovative Aspects of Food and Hotel Industry Development in Contemporary Conditions" to the 85th Anniversary of the Taurian State Agrotechnological University and the 50th Anniversary of the Kharkov State University of Food and Trade 5-7 September 2017 Kharkiv-Melitopol-Kyrylivka Ukraine, Scientific Specialty Edition. 65-66.

10. Kiurchev S. V., Verkholtantseva V. O., Kiurcheva L. M. (2017). The process of heat exchange between grains and cooling air in a grain storage facility. XI International Scientific and Technical Conference, Odessa, September 21-22, 2017 Modern Problems of

Refrigeration Technology and Technology, Scientific Specialty Edition. 228-229.

11. Kiurchev S. V., Kiurcheva L. M., Verkholtantseva V. O. (2017). A promising grain storage process with cooling in a grain storage facility. XVIII International Scientific Conference devoted to the 117th anniversary of the birth of Academician Petro Vasilyenko "Modern Problems of Agricultural Mechanics" October 16-18, 2017, Moscow. Kamyansky-Podilsky, Scientific Special Edition. 141-143.

12. Palamarchuk I. P., Kiurchev S. V., Verkholtantseva V. O. (2018). Application of vibrotechnologies in the processes of storage of agricultural products. Materials of the IV International Scientific and Practical Conference (May 17-18, 2018, Uman). Importation-replacing technologies of growing, storing and processing of products of gardening and plant growing. 113-115.

13. Kiurchev S. V. (2018). The process of cooling in a grain storage facility for the storage of grain products with subsequent implementation in production. Scientific herald of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Kyiv: NUBIP, Vol. 298. T. 3. 83-90.

ОЦЕНКА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПОСЛЕ ХРАНЕНИЯ В ЗЕРНОХРАНИЛИЩЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

С. В. Кюрчев, В. А. Верхоланцева, Л. М. Кюрчева

Аннотация. Проведенный анализ позволил разработать принципиальную схему зернохранилища. Дана конструкция, позволяющая избежать значительных потерь зерна, сохранить его качество, а также снизить затраты на хранение. Поток воздуха, который проходит через зерновую массу, оказывает разностороннее технологическое влияние на зерно. Зерновая продукция размещается на определенном расстоянии от пола, что значительно уменьшает возможность накопления влажности нижними слоями зерновой массы. Нижнюю опорную поверхность поддона рекомендуется выполнять металлическую с целью улучшения условий хранения зерна, а боковые – металлическими.

Разработанная система хранения предусматривает использование конвективного потока хладоносителя по двум направлениям: централизованный – для постоянного вынесения влаги с поверхности сыпучей продукции и создание необходимых условий микроклимата и локальный – для волнения и непрерывного обновления слоев сырья при вынесении влаги к поверхности. Такая схема зернохранилища с активным вентилированием конвективным потоком хладоносителя дает возможность сохранить основные свойства продукции с минимальными потерями в течение длительного срока. Локальный способ охлаждения достигается с помощью специальных импульсных пневмодинамических барботеров, которые размещаются с двух сторон поддона с продукцией, размещается насыпью, напротив друг друга. В результате взаимодействия встречных пневмодинамических волн и их суперпозиции

образуются стоячие волны, переносящие кинетическую энергию как в продольном, так и потоков, которые в свою очередь трогают зерновую массу. При таких условиях хранения зерновой массы практически исключаются слеживания и активация нежелательных микробиологических процессов. Данная система не предусматривает применения достаточно металлоемких и энергозатратных механических средств умирения зерновой продукции. Применение такого способа позволяет быстро снизить начальную температуру партии зерна, а тем самым предотвращает потери, которые возникают в результате в ходе процесса хранения.

Ключевые слова: хранение, технология, зерно, зернохранилище, показатели качества, модель, клейковина, влажность.

EVALUATION OF GRAINS AFTER STORAGE IN STORAGE UNIT WITH USE OF MOVEMENT

S. V. Kiurchev, V. A. Verkholtantseva, L. N. Kiurcheva

Abstract. The analysis made it possible to develop a schematic diagram of the granary. This design avoids significant losses of grain, maintain its quality, and also reduce storage costs. The flow of air passing through the grain mass exerts a versatile technological impact on the grain. Grain products are located at a certain distance from the floor, which significantly reduces the possibility of moisture accumulation by the lower layers of grain mass. It is recommended that the lower support surface of the pallet be made of metal to improve the storage conditions of the grain and the lateral ones to be made of metal.

The developed storage system involves the use of a convective flow of the coolant in two directions: centralized - for the permanent removal of moisture from the surface of the bulk production and creation of the necessary microclimate conditions and local – for the movement and continuous updating of layers of raw materials during removal of the moisture to the surface. This scheme of the active-ventilation granary with a convective coolant flow makes it possible to preserve the basic properties of products with minimal losses over the long term. The local cooling method is achieved by means of special impulse pneumodynamic bubblers, which are placed on both sides of the pallet with the products placed in bulk opposite each other. As a result of the interaction of oncoming pneumodynamic waves and their superposition, standing waves are formed, which transfer kinetic energy both in the longitudinal and the flows, which in turn move the grain mass. Under such conditions, the storage of grain mass virtually eliminates caking and activation of unwanted microbiological processes. This system does not involve the use of sufficient metal-intensive and energy-consuming mechanical means of moving the grain. Application of this method allows to quickly reduce the initial temperature of the batch of grain, and thus prevents losses resulting from the storage process.

Key words: storage, technology, grain, granary, quality indicators, model, gluten, humidity.

С. В. Кюрчев ORCID 0000-0001-6512-8118.

В. О. Верхоланцева ORCID 0000-0003-1961-2149.

Л. М. Кюрчева ORCID 0000-0002-8225-3399.