

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗЕРНА ПРОСА ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ В МЕТАЛЕВИХ СИЛОСАХ

**Л.К. Овсянникова, О.Г. Соколовська, Л.О. Валевська,
І.С. Горішна, В.В. Юрковська**

Досліджено зміни температури сформованих шарів зерна проса за умов його зберігання в металевих силосах. Установлено залежність температури зерна від природних умов та конструктивних особливостей металевих силосів. Проаналізовано безпечні умови зберігання зерна проса, що гарантують збереження його якості та зменшення втрат під час зберігання. Надано рекомендації щодо зберігання зерна проса в металевих силосах.

Ключові слова: зерно проса, металевий силос, система термометрії, температура, безпечні умови зберігання.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕРНА ПРОСА ПРИ ХРАНЕНИИ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СИЛОСАХ

**Л.К. Овсянникова, Е.Г. Соколовская, Л.А. Валевская,
И.С. Горишная, В.В. Юрковская**

Исследованы изменения температуры сформированных слоев зерна проса при его хранении в металлических силосах. Установлена зависимость температуры зерна от природных условий и конструктивных особенностей металлических силосов. Проанализированы безопасные условия хранения зерна проса, гарантирующие сохранение его качества и уменьшение потерь при хранении. Даны рекомендации по хранению зерна проса в металлических силосах.

Ключевые слова: зерно проса, металлический силос, система термометрии, температура, безопасные условия хранения.

RESEARCH OF THE GRAIN TEMPERATURE OF MILLET WHEN STORED IN METAL SILOS

**L. Owsianykova, O. Sokolowskaya, L. Valevskaya,
I. Horishna, V. Yurkowska**

The temperature of the grain mass is an important indicator that characterizes the grain mass during storage. According to grain storage technology, it is necessary to control the temperature of the grain embankment in order to prevent deterioration of the quality and loss of grain as result of self-heating.

Grain storage is one of the most important stages that determines the quality of grain during processing and the quality of the seeds during sowing. It can produce both a positive effect as result of post-harvest achievement and a negative one, resulting, under the influence of various factors, in reducing the quality of the grain. Modern technologies of high quality grain storage provide a complete complex of protection of the grain mass, focusing on providing condition, the main of which: temperature, humidity, time. The analysis of the safety conditions that guarantee the inhibition of reproduction and activity of insects and as a consequence – reducing grain losses during storage.

When monitoring the grain, you must simultaneously take into account the temperature of the outside air and air in the silo. That it is necessary to take into account both daytime and night air temperatures. Sharp changes in the temperature of the outside air during the day are particularly harmful to grain weights stored in silos.

The study of temperature change of the formed layers of grain millet during storage in metallic silos. Consequently, the safe conditions for the storage of millet grain were determined in the work, and recommendations for its storage in metal silos.

Keywords: *millet grain, metal silo, thermometry system, temperature, safe storage conditions.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Зберігання зерна – один із найважливіших етапів, що визначає якість зерна під час переробки і якість насіння під час висівання. Воно може справляти як позитивний вплив в результаті післязбирального досягання, так і негативний, призводячи під дією різних чинників до зниження якості зерна.

Сучасні технології якісного зберігання зерна передбачають повний комплекс захисту зернової маси, фокусуючись на забезпеченні певних умов, основні з яких: температура, вологість, час. Температура зернової маси – це важливий показник, що характеризує стан зернової маси під час зберігання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Глобальною проблемою всього світу є продовольча безпека та безпека продуктів харчування, які є основою національної безпеки будь-якої країни. Безумовно, це стосується й України як одного з потужних світових виробників зернової та круп'яної продукції [1; 2].

Розвиток зернового ринку України значною мірою залежить від кон'юнктури та тенденцій світового ринку зерна. Останнім часом наша країна стала одним із ключових гравців на світовій арені в секторі виробництва сільськогосподарської продукції, зокрема зернових, що зумовило розвиток внутрішнього ринку [3].

Зернове господарство є особливою галуззю агропромислового комплексу, що визначає в сучасних умовах рівень розвитку всього аграрного сектору економіки України.

Поряд зі змінами на ринках основних зернових культур в Україні досить динамічні зміни відзначаються в сегментах деяких нішевих культур і продуктів їх переробки. Зокрема, спостерігається збільшення виробництва окремих культур.

Просо – це одна з основних круп'яних культур України, цінність якої визначається майже безвідходним використанням продуктів переробки. Зерно проса містить 55–58% крохмалю, 10–11% білка, 4% жиру, характеризується високим вмістом клітковини (3–8%). Зерно багате на мінеральні речовини, мікроелементи, вітаміни групи В (В₁, В₂, В₅, В₆), вітамін С, каротиноїди та інші фізіологічно активні елементи [2; 4–7].

Останнім часом український зерновий ринок демонструє позитивну динаміку, такі самі тенденції відзначаються у виробництві проса.

Виробництво зернових культур прямо залежить від величини засіяних площ та врожайності. Основні показники, що характеризують технічну ефективність зернового сектору нашої держави, а саме врожайність, обсяги та структура посівних і збиральних площ, характеризуються своєю нестабільністю в часі. Зерновому господарству країни притаманні постійні коливання показників збиральних площ, валового збору та врожайності [8].

У 2013–2014 роках спостерігалось зменшення посівних площ під зернові культури, пов'язане з тим, що значна частина родючих земель знаходиться на тимчасово окупованих територіях та в зоні проведення антитерористичної операції. Так, ще декілька років тому найбільші площі під просо були відведені в Донецькій (майже 20 тис. га) та Луганській (понад 15 тис. га) областях. У 2013–2014 роках спостерігалось різке зменшення посівних площ під просо до 97 тис. га, що на 36% менше, ніж у 2012 році, у подальші роки вдалося дещо збільшити цей показник до 118 тис. га.

У 2018 році виробництво проса становило 803,1 тис. ц, що майже на 8% менше, ніж у 2017 році, але це переважно пов'язано зі зниженням урожайності з 16,8 ц з 1 га у 2017 році до 15,4 ц з 1 га у 2018 році.

Актуальним сьогодні стає питання розвитку переробних зернових підприємств, які у свою чергу пов'язані зі зберіганням зерна в елеваторах. Приріст зернових ємностей здійснюється останнім часом здебільшого за рахунок будівництва металевих зерносховищ. Це пояснюється меншими порівняно із залізобетонними силосами капітальними витратами і коротшими термінами монтажу. Проте металеві силоси більше схильні до зносу і корозії, мають підвищене енергоспоживання і потребують окремої теплоізоляції, відсутність якої

призводить до суттєвих обмежень у їх використанні, особливо в разі значних змін кліматичних умов, характерних для більшості регіонів нашої країни [9].

Унаслідок високої теплопровідності металевих силосів, що перевищує теплопровідність зернового шару в 350–450 разів, на відміну від залізобетонних конструкцій, теплопровідність яких перевищує теплопровідність зернового шару тільки в 8–10 разів, у периферійних ділянках насипу, у верхньому шарі й біля стін силосу температура зерна внаслідок нагрівання за рахунок сонячного випромінювання може досягати високих значень – до 40...45 °С і навіть до 50...55 °С, що може призводити до зниження якості зерна. Крім того, під час подальшого охолодження зерна при добових коливаннях температури зовнішнього повітря на внутрішніх стінках силосу можлива конденсація водяної пари з повітря міжзернового простору, що призведе до зволоження і псування пристінного шару зерна [9; 10].

Температура – це основний чинник безпечного зберігання зерна. У разі псування зерна, незалежно від причини, його температура завжди піднімається вище норми. Температура є єдиним точним індикатором якості зерна під час його зберігання. Украй важливо мати повну й точну інформацію про температуру для правильної організації зберігання зерна. Регулярне спостереження за температурою зерна дає можливість своєчасно відреагувати при зміні температури [11–13].

Метою статті є дослідження зміни температури сформованих шарів зерна проса під час його зберігання в металевих силосах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Технологічні методи й механізми враховують, що зерно – подібне до живого організму, під час дихання воно втрачає вагу в результаті дисиміляції (розпаду і перетворення) органічних речовин, цукрів. Цей процес безпосередньо пов'язаний із температурою і вологістю маси зерна і, відповідно, впливає на якість і стан зернової маси під час зберігання. Чим вище температура, тим інтенсивніше процес дихання, особливо в теплу пору року. Як наслідок, відбувається самозігрівання з інтенсифікацією втрати ваги і, відповідно, вартості зерна, виділення вуглекислого газу, води.

Відомо, що економічно ефективні умови зберігання зерна перебувають у діапазоні температур від 12 °С і нижче, у такому випадку втрати ваги за місяць зберігання становлять близько 0,1%.

На якість зерна також впливають такі чинники: цвіль, грибки, комахи. Неналежні умови зберігання можуть стати причиною утворення цвілі й появи грибків. Так, зі зниженням температури зерна до 8...12 °С збільшується допустимий вміст вологи зерна, яке може

безпечно зберігатися протягом певного періоду. Великий негативний вплив на зернову масу мають комахи-шкідники, які в разі оптимальних для їх життєдіяльності умов швидко розмножуються і поширюються.

Проведено аналіз безпечних умов, що гарантують гальмування розмноження й активності комах-шкідників і, як наслідок, зменшення втрат зерна під час зберігання. За температури зерна нижче 19 °С відзначено безпечні щодо появи й активності комах-шкідників умови зберігання. Проводячи паралель між кожним негативним чинником, що впливає на зернові культури, з урахуванням показника проростання зерна залежно від його температури, й вологості, побудовано діаграму безпечних умов зберігання зерна проса (рис. 1) [14].

Отже, отримуємо сприятливі умови для зберігання зерна проса за температури нижче 19 °С. За температури нижче 10...12 °С можна допустити навіть зберігання зернової маси з підвищеною до 18% вологістю [14].

Відповідно до технології зберігання зерна необхідно контролювати температуру зернового насипу для того, щоб запобігти погіршенню якості й втраті зерна через самозігрівання.

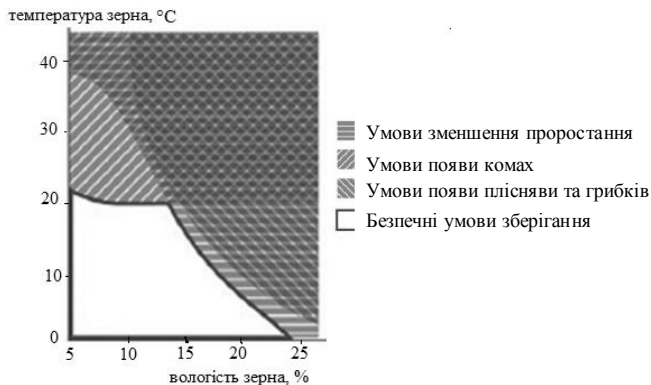


Рис. 1. Безпечні умови зберігання зерна проса [14]

Аналізують зміни температури в часі й у разі перевищення допустимого значення здійснюють технологічні операції для штучного охолодження за допомогою активного вентилявання або переміщення зерна з одного силосу в інший. З огляду на те, що ці операції енерго- і ресурсовитратні, їх проведення слід здійснювати на основі достовірної інформації про температурний стан зернового насипу. Для того щоб своєчасно виявляти виникнення осередків із підвищеною

температурою в зерновому насипі, засоби, що застосовуються для контролю температури, мають характеризуватися високою чутливістю і малою похибкою вимірювання.

Зерновий насип із точки зору контролю температури – складний об'єкт. Від того, скільки датчиків задіяно і як вони розподілені в насипі, залежить ефективність виявлення виниклих осередків самозігрівання. На основі теоретичних і практичних досліджень визначені оптимальні значення похибки вимірювання температури зернового насипу (не більше ± 1 °C) й інтервалу розташування точок вимірювання (не більше 1,5 м по вертикалі).

Осередок самозігрівання може виникнути в невеликому шарі зерна. При цьому температура 35 °C в зерновому шарі, що оточує осередок самозігрівання, досягається тільки через 10 діб. У цей час у самому осередку температура доходить до 54 °C, тобто майже до максимального значення. Інакше кажучи, осередок самозігрівання починає збільшуватися в той момент, коли в ньому відбувається самозігрівання на останній стадії, причому це збільшення незначне. Температура 35 °C в осередку досягається через 6 діб після початку самозігрівання. У цей період температура в зерновому шарі біля осередку становить лише 22...26 °C. Таким чином, якщо датчики температури в термopідвісці розташовані на відстані більше 1,5 м, то в разі виникнення самозігрівання між цими датчиками система відпрацює аварійну ситуацію тільки тоді, коли температура в осередку самозігрівання досягне критичних значень. Це може призвести до великих втрат зерна [14].

Нами проведено дослідження зміни температури сформованих шарів зерна проса під час його зберігання в металевих силосах. На зберігання було закладене зерно проса II класу, що відповідає вимогам ДСТУ 5026:2008 з такими показниками: вологість 13,5%, вміст смітцевої домішки 2,2%, вміст зернової домішки 3,5%.

Нами проаналізовано процес зберігання насіння проса в металевих силосах RIELA об'ємом 3990 м³, діаметр силосу 15,15 м, найбільша маса зерна, що зберігається в силосі, 2993 т. Оскільки дах силосу постійно перебуває під впливом шкідливих атмосферних чинників, для його захисту використовують покриття товщиною 0,2 мм шаром Solano. Solano – це матеріал, нанесений на оцинковану сталь, який запобігає шкідливому впливу ультрафіолетових променів і атмосферних умов.

Для контролю температури зернової маси силоси обладнують системою термометрії, яка складається з п'яти термopідвісок, на яких

установлено по шість датчиків. Заповнення силосу зерном проса становило 90%.

Для визначення залежності температури зернового насипу від зовнішніх чинників (вплив нагрітих стін, даху силосу, температури повітряного шару всередині силосу) побудовано графіки зміни температури зернового насипу проса на 16 березня 2018 року, оскільки напередодні були коливання температури від 13 °С вдень до -6 °С вночі (рис. 2).

Спостерегаючи за зерном, потрібно водночас урахувувати температуру зовнішнього повітря та повітря в силосі. Слід зауважити, що необхідно враховувати як денну, так і нічну температуру повітря. Різкі перепади температури зовнішнього повітря протягом доби є особливо шкідливими для зернових мас, що зберігаються в силосах. У результаті різких коливань температури на внутрішніх поверхнях силосу конденсується волога, поява якої призводить до інтенсифікації фізіологічних процесів у зерновій масі, як наслідок, псування зерна (проростання, самозігрівання, пліснявіння тощо). Крім того, через перепади денних і нічних температур у силосі можуть виникати циклічні напруження стиску і розширення, що призводить до ущільнення зернової маси і її злежування [15; 16]. На рис. 3 наведено максимальну температуру проса під час зберігання в зазначений період, та денну й нічну температуру атмосферного повітря.

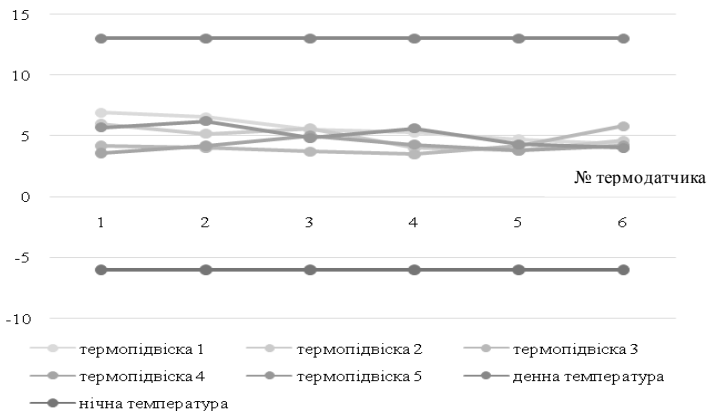


Рис. 2. Графіки зміни температури зернового насипу проса 16 березня 2018 року



Рис. 3. Графіки зміни температури зернового насипу проса за весь період зберігання

Оскільки погодні умови протягом доби змінюються і різниця температур удень і вночі може становити до 15 °С, треба пам'ятати про конденсат, який може утворитися внаслідок нагрівання силосу вдень і його охолодження вночі, що у свою чергу може призвести до зміни якості зерна (проростання, пліснявіння чи самозгрівання). Температура зерна під час закладання на зберігання в заготівельний період становить 10...22 °С, тобто дорівнює температурі зовнішнього повітря. У зимовий період зовнішня температура падає до мінус 1...20 °С, і зерно біля стінок зерносховища охолоджується до температур, близьких до температури зимового повітря, водночас зерно біля центра бункера залишається теплим, що пояснюється його низькою теплопровідністю [9; 16].

Висновки. Контроль температури зерна – найбільш ефективний і доступний практичний спосіб відстеження результатів біохімічних процесів, що відбувається в зерновому насипі під час зберігання зерна в зерносховищах. Оптимальна температура зберігання зерна залежить від географічних чинників і погодних умов. Під час вибору рекомендованих температур зберігання зерна можна керуватися таким принципом: температура зерна має бути трохи вище середніх температур найхолодніших зимових місяців і нижче середніх температур найтепліших літніх місяців. Для реалізації цих рекомендацій необхідно часто контролювати температуру зерна. За період зберігання з 26.12.2017 до 30.04.2018 року температура насипу проса відповідала безпечним умовам, отже, була обрана правильна стратегія його зберігання.

Список джерел інформації / References

1. Батюк Л. А. Продовольча безпека та досвід її забезпечення в деяких розвинутих країнах світу / Л. А. Батюк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Економічні науки. – Харків, 2012. – Вип. 105. – С.72–79.
Batyuk, L. (2012), “Food safety and the experience of its provision in some developed countries of the world” [“Prodovolcha bezpeka ta dosvid yii zabezpechennia v deiakyx rozvynutykh krainakh svitu”], *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho spodarstva. Ekonomichni nauky*, Vol. 105, pp. 72-79.
2. Орленко О. В. Круп’яні культури в системі продовольчої безпеки України / О. В. Орленко // Бізнес-Навігатор. – 2014. – № 3 (35). – С. 76–82.
Orlenko, O. (2014), “Cereals crops in Ukraine's food security system” [“Krup'yani kulturni v sistemii prodovolchoyi bezpeki Ukraini”], *Business Navigator*, No. 3(35), pp. 76-82.
3. Голомша Н. Є. Перспективи світового ринку зерна / Н. Є. Голомша, О. Я. Дзядикевич // Економіка АПК. – 2016. – № 8. – С. 49–52.
Golomsha, N., Dziadkevich, O. (2016), “Prospects for the global grain market” [“Perspektivu svitovogo runku zerna”], *Ekonomika APK*, No. 8, pp. 49-52.
4. Valevskaya, L., Dzyuba, N., Buniak, E., Evdokimova, G. (2017), “The meaning of grain cultures in healthy food”, *Sciences of Europe*, No. 18, Vol. 2, pp. 71-73.
5. Ovsyannikova, L., Grischuk, J., Yurkovskaya, V., Sokolovskaya, A. (2017), “Technology of cleaning the millet”, *Topical Issues of Science and Education: program and proceedings of the International Scientific Conference*, Warsaw, July 17, Vol. 1, pp. 16-18.
6. Singh, P., Raghuvanshi, R. (2012), “Finger Millet for Food and Nutrition Security”, *African Journal of Food Science*. Vol. 6, pp. 77-84.
7. Devi, P., Vijayabharathi, R., Sathyabama, S., Malleshi, N., Priyadarisini, V. (2014), “Health benefits of finger millet (*Eleusine coracana* L.) polyphenols and dietary fiber: a review”, *J Food Sci Technol*, Vol. 51, pp. 1021-1040.
8. Shahidi, F., Chandrasekara, A. (2013), “Millets grain phenolics and their role in disease risk reduction and health promotion: A review”, *Journal of Functional Foods*. Vol. 5. pp. 570-581.
9. Сорочинский В. Ф. Изменение температуры пристенного слоя зерна в металлических элеваторах / В.Ф. Сорочинский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2016. – № 4. – С. 13–16.
Sorochinskiv, V. (2016). “Changing the temperature of the wall layer of grain in metal elevators” [“Izmeneniye temperatury pristennoy slova zerna v metallicheskih elevatorakh”], *Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya*, Vol. 4, pp. 13-16.
10. Chidanand, D., Shanmugasundaram, S. (2016), “A study on storage temperature of paddy in metal silos”. *International Journal of Agricultural: Science and Research*. Vol. 6. Iss. 2. pp. 73-78.
11. Грэг Ван Сикл. Необходимость контроля температуры зерна / Грэг Ван Сикл // Хранение и переработка зерна. – 2017. – № 10. – С. 33–34.
Greg Van Sikl (2017). “The need to control the temperature of the grain” [“Neokhodimost' kontrolya temperatury zerna”], *Khraneniye i pererabotka zerna*], No. 10, pp. 33-34.

12. Dal-uyen, D., Yaptenco, K., Peralta, E. (2019), "Microcontroller-based control system for safe grain storage in silo", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, pp. 1-8.

13. Tinotenda Admire Mhiko (2012), "Determination of the causes and the effects of storage conditions on the quality of silo stored wheat (*Triticum aestivum*) in Zimbabwe", *Natural Products and Bioprospecting*, Vol. 2, Iss. 1, pp. 21-28.

14. Фицик В. «Криосауна» для зерна, или о полезном холоде / В. Фицик // Сучасні техніка та технології зберігання зерна. Пропозиція. – 2015. – № 5. – С. 24–27.

Fitsik. V. (2015). "“Krvosauna” for grain. or about useful cold”. [“Krvosauna” dlva zerna. vlv o noleznomkholode”. *Suchasni tekhnika ta tekhnohohiyi zberihannya zerna. Propozytsiya*], No. 5, pp. 24-27.

15. Овсянникова Л. К. Дослідження температури насіння сорго при зберіганні в металевих силосах / Л. К. Овсянникова, О. М. Шевчук, О. Г. Соколовська // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса, 2012. – Вип. 42, т. 1. – С. 6–11.

Ovsyannikova, L., Shevchuko, O., Sokolovskaya, O. (2012), "Investigation of temperature of sorghum seeds in storage in metal silos" [“Doslidzhennya temperatury nasinnya sorho pry zberihanni v metalevykh sylosakh”], *Scientific papers ONAFT*, Odessa, Vol. 42, Iss. 1, pp. 6-11.

16. Станкевич Г. М. Обробка та зберігання дрібнонасінневих олійних культур: монографія / Г. М. Станкевич, Л. К. Овсянникова, О. Г. Соколовська. – Одеса : Одеська міська друкарня, 2016. – 128 с.

Stankevich, G., Ovsyannikova, L., Sokolovskaya, O. (2016). *Processing and storage of small-seed oilseeds: a monograph* [Obrobka ta zberihannya dribnonasinnyevykh oliynykh kultur: monohrafiya], Odessa City Printing House, Odesa, 128 p.

Овсянникова Людмила Костянтинівна, канд. техн. наук, доц., кафедра технології зберігання зерна, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039. Тел.: 0676028576; e-mail: ovsyannikova-ludmila@ukr.net.

Овсянникова Людмила Константиновна, канд. техн. наук, доц., кафедра технологии хранения зерна, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039. Тел.: 0676028576; e-mail: ovsyannikova-ludmila@ukr.net.

Ovsyannikova Ludmyla, PhD, Associate Professor, Department of Grain Storage Technology, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatna str., 112, Odessa, Ukraine, 65039. Tel.: 0676028576; e-mail: ovsyannikova-ludmila@ukr.net.

Соколовська Олена Григоріївна, канд. техн. наук, асист., кафедра технології зберігання зерна, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039. Тел.: 0967692590; e-mail: sokolovskaya_alena@meta.ua.

Соколовская Елена Григорьевна, канд. техн. наук, ассист., кафедра технологии хранения зерна, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная. 112. г. Одесса, Украина, 65039. Тел.: 0967692590; e-mail: sokolovskaya_alena@meta.ua.

Sokolovskaya Olena, PhD, Assistant, Department of Grain Storage Technology, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatna str., 112, Odessa, Ukraine. Tel.: 0967692590; e-mail: sokolovskaya_alena@meta.ua.

Валевська Людмила Олександрівна, канд. техн. наук, доц., кафедра технології зберігання зерна, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039. Тел.: 0676828516; e-mail: ludmila_valev@ukr.net.

Валевская Людмила Александровна, канд. техн. наук, доц., кафедра технологии хранения зерна, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039. Тел.: 0676828516; e-mail: ludmila_valev@ukr.net.

Valevskaya Lyudmyla, PhD, Associate Professor, Department of Grain Storage Technology, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatna str., 112, Odessa, Ukraine, 65039. Tel.: 0676828516; e-mail: ludmila_valev@ukr.net.

Горішна Інна Сергіївна, магістрант факультету технології зерна і зернового бізнесу, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039, Україна, Тел.: 0969479009; e-mail: sahogorichniy@gmail.com.

Горшная Инна Сергеевна, магистрант факультета технологии зерна и зернового бизнеса, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039. Тел.: 0969479009; e-mail: sahogorichniy@gmail.com.

Horishna Inna, Masters of studying at the Faculty of Technology of Grain and Grain Business, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatna str., 112, Odessa, Ukraine, 65039. Tel.: 0969479009; e-mail: sahogorichniy@gmail.com.

Юрковська Вікторія Володимирівна, асп., кафедра технології зберігання зерна, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039. Тел.: 0971996094; e-mail: viktoriyurkovskaonaft@gmail.com.

Юрковская Виктория Владимировна, асп., кафедра технологии хранения зерна, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039. Тел.: 0971996094; e-mail: viktoriyurkovskaonaft@gmail.com.

Yurkovska Victoriia, Postgraduate Student of the Department of Grain Storage Technology, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatna str., 112, Odessa, Ukraine, 65039. Tel.: 0971996094; e-mail: viktoriyurkovskaonaft@gmail.com.

DOI: 10.5281/zenodo.3263761