

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ У БУРТАХ В ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Е.Б. Алісв<sup>1,2</sup>, Н.А. Сова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Дніпровський державний аграрно-економічний університет

<sup>2</sup>Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України

Досліджено процес зберігання насіння соняшнику сорту Кулундинець у буртах та насипом. Визначено динаміку зміни вологості, розподілу температури по висоті бурта насінневої маси соняшнику, температури і вологості повітря в приміщенні, загальної ураженості насіння соняшнику грибними інфекціями. Встановлено, що традиційна система зберігання насіння соняшнику насипом у буртах або насипом в закритих приміщеннях має невеликі затрати. Однак без періодичного проведення відповідних заходів контролю якості насіння, стану приміщення і врахування втрат маси насінневої суміші зазначена система може привести до великих невідновлювальних збитків.

**Ключові слова:** насінневий матеріал, соняшник, зберігання, вологість, температура, бактеріальний аналіз, кислотне число, схожість.

**Вступ.** Якість і життєздатність насіння під час зберігання в основному залежить від початкового стану насіння та способу його зберігання (Chhabra et al. 2019). Відомо, що рівень життєдіяльності живого організму зумовлюється певними параметрами середовища: температурою, відносною вологістю, газовим складом повітря тощо. Якщо ці параметри відповідають фізіологічним потребам організму, то забезпечується властивий для нього рівень життєдіяльності (Podpriatov et al. 2014). Якісний і кількісний склад ліпідів і супутніх сполук олієбілкової або білково-олійної сировини змінюється на тривалому шляху від поля, при транспортуванні і зберіганні насіння та його комплексній переробці, з урахуванням різних хімічних і технологічних впливів (Oseyko et al. 2019). Швидкість псування насіння олійних культур залежить від умов зберігання та особливостей виду, в тому числі хімічного складу насіння (Abreu et al. 2013, Ghasemnezhad et al. 2009). З олійних культур насіння соняшнику є найбільш нестійким при зберіганні. Залежно від кліматичних умов його вологість після збирання може досягати 13...20 % (Zhdanov et al. 2012). Насіння соняшнику за високих температурах, підвищеної власної вологості і засміченості характеризується значно низькою стабільністю до зберігання. Під час зберігання в насінні відбуваються процеси життєдіяльності, які супроводжуються обміном енергії та біохімічними реакціями. Важливим для контролю є процес дисиміляції цукрів, який може відбуватися аеробно (із доступом кисню) або анаеробно (без доступу кисню). Саме раціональна зміна зовнішніх факторів впливу на насіння соняшнику дозволяє контролювати його аеробне та анаеробне дихання (Zhemela et al. 2003).



\*Corresponding author

Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Основними факторами, що впливають на збереження якості насіння є: вологість насінневої маси або окремих її ділянок; температура насіння і навколишнього середовища; ступінь зрілості насінневої маси або окремих її ділянок; рівномірність розподілу вологи і однорідність насінневої маси; наявність бур'янистої і олійної домішок; зараженість мікрофлорою і ступінь її життєдіяльності; наявність в насіннєвій масі комах і шкідників; умови збирання врожаю і післязбиральної обробки, транспортування тощо (Bohomolov et al. 2008).

Зберігати насіння олійних культур значно складніше, ніж зерно злакових. Насіння олійних вирізняється високим умістом гліцеридів високоненасичених жирних кислот (лінолевої і ліноленової), які схильні до нагромадження токсичних продуктів унаслідок пероксидації. У ліпідному комплексі насіння, яке зберігається, відбуваються ферментативні процеси – розщеплюються фосфоліпіди, гліцериди; водночас накопичуються вільні жирні кислоти (Kalenska et al. 2017). Ацилгліцероли в рослинних оліях нестійкі при зберіганні. Вони є найбільш лабільними компонентами олієжирової сировини (насіння, напівпродуктів) і готових харчових продуктів. Нестійкість олій і жирів – наслідок особливостей їхньої хімічної будови. В основі окиснення ліпідів лежить їхня взаємодія з киснем повітря, швидкість їхнього окиснення індивідуальна та залежить від багатьох факторів. Субстратами цієї реакції в загальному вигляді є ненасичені жирні кислоти (Oseyko et al. 2006).

У даний час є наступні способи зберігання насіння: зберігання в сухому стані; зберігання при посиленому обміні повітря між насінневого простору (різні способи активного вентилявання); зберігання в охолодженому стані (температура нижче 10 °С); зберігання без доступу повітря або із його частковим обмеженням; хімічне консервування насіння (Osokina et al. 2012).

У сучасних реаліях України розповсюджена традиційна система зберігання насіння соняшнику у буртах або насипом в закритих приміщеннях. При цьому системи вентиляції в таких приміщеннях зустрічаються досить рідко. Зазвичай це лише відповідні отвори в стінах, що не можуть в повній мірі забезпечити циркуляцію повітря. Для насіння вологістю до 9 % із висотою закладки бурта або насипу до 5 м необхідні питомі витрати повітря повинні складати 65 м<sup>3</sup>/год. Для того, щоб оцінити стан даної системи зберігання насіння соняшнику були проведені експериментальні дослідження на базі ТОВ «СНЕК-ПРОДАКШН».

**Матеріали і методи досліджень.** На півроку (13.01.2018 – 02.07.2018) було закладено бурт насінневої суміші соняшнику сорту Кулундинець висотою 4,5±0,3 м, вологістю 9±1 % і засміченістю 0,6±0,2 %. Питома вага насіння складала 345±5 г/л. Кислотне число при закладанні насіння складало 0,4±0,05 мг КОН на 1 г жиру. Енергія схожості – 89,0±0,5 %; схожість – 90,5±0,5 %. Бактеріальний аналіз виявив на поверхні насіння альтернаріоз (*Alternaria helianthi*) – 27±0,5 %, білу гниль (*Sclerotinia sclerotiorum*) – 4±0,5 %, сіру гниль (*Botrytis cinerea*) – 1,5±0,5 %, мукові (*Mucor Mich.*) – 1,3±0,5 %. Загальне ураження насіння соняшнику грибними інфекціями склало 33,8±0,5 %.

Розмір приміщення складав 30×20×7 м. Циркуляція повітря в приміщенні була майже відсутня – питомі витрати повітря склали 1–3 м<sup>3</sup>/год. Стіни приміщення виконані з бетонних плит, підлога бетонна, дах зроблений з металевого профнастилу, який всередині обшитий дошкою (рис. 1).

У процесі дослідження визначалася динаміка зміни вологості, розподілу температури по висоті бурта насінневої маси соняшнику (верх – 3,8 м, середина – 2 м, низ – 0,2 м), температури і вологості повітря в приміщенні. Температуру і вологість визначали з використанням датчиків температури DS18B20 і вологості НІН-4000-003, які вмонтовані в зонди (рис. 2). Дані зберігалися на персональний комп'ютер (рис. 2). Також періодично проводили бактеріальний аналіз насіння.



Рис. 1. Зберігання насіння соняшнику насипом у буртах або насипом в закритих приміщеннях



Рис. 2. Система реєстрації температури і вологості

**Результати досліджень та їхнє обговорення.** У результаті досліджень отримано графік зміни температур в бурті насінневої маси соняшнику та температури повітря в приміщенні (рис. 3). Аналіз графіка показує, що в холодний період року, коли температура в приміщенні була нижче 5 °С температура внизу бурта підтримувалася в межах 4–6 °С, що є досить логічним так, як температура

на поверхні бетонної підлоги практично не змінюється. Температура в верхній точці виміру повторювала динаміку температури повітря. У цей період вологість насіння коливалася в межах 7,9–9,2 %, загальне ураження насіння соняшнику грибними інфекціями збільшилося до  $38 \pm 0,3$  % і стабілізувалося. Виходячи з отриманих даних можна стверджувати, що в холодний період року, коли температура в приміщенні не перевищує 5 °С, насіння соняшнику можна зберігати насипом при традиційній системі із мінімальною вентиляцією.

Однак розглянемо момент підвищення температури навколишнього середовища вище 5 °С і перехід в теплий період року. Як видно з рис. 3, з 05.04.2018 р. спостерігалось підвищення всіх виміряних температур в бурті. Бетонна підлога почала нагріватися і відповідно до цього температура нижнього шару насіння в кінці дослідження складала  $17 \pm 0,5$  °С. Температура верхнього шару насіння в бурті повторювала коливання температури повітря і в кінці дослідження складала  $27 \pm 2$  °С. Як видно, наявна велика різниця температур між шарами насіння соняшнику в бурті, яка становила 10–12 °С. Вологість при цьому практично не змінилася (7,4–8,9 %). Це пов'язано із тим, що вологість повітря була практично незмінною протягом всього дослідження.

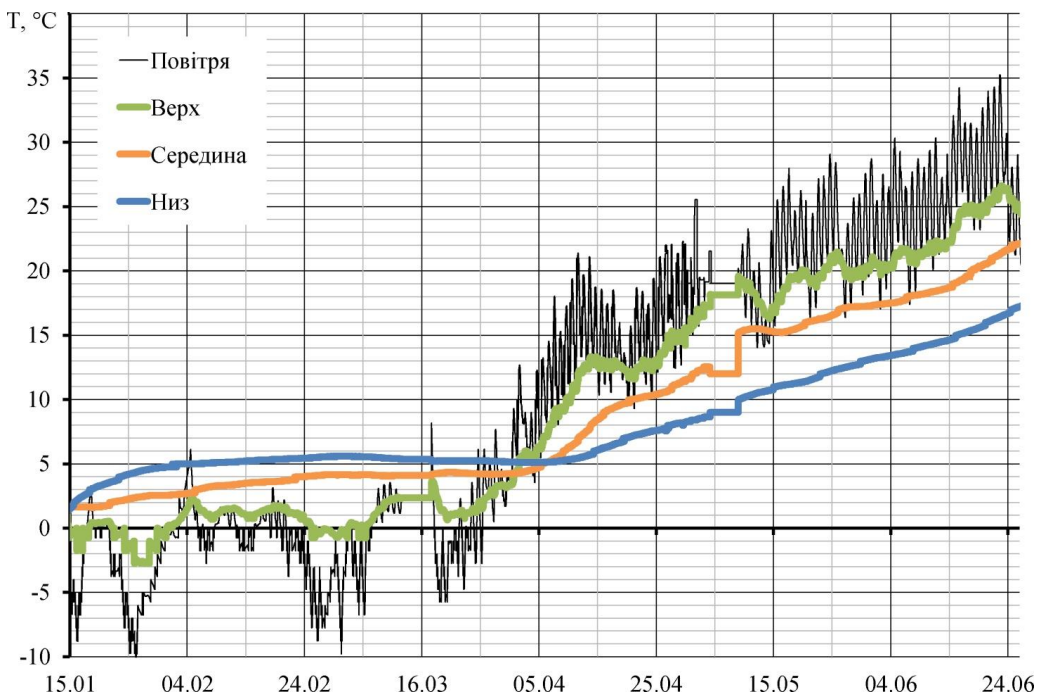


Рис. 3. Динаміка розподілу температури по висоті бурта насіннєвої маси соняшнику в закритому приміщенні

Бактеріальний аналіз виявив на поверхні насіння альтернаріоз (*Alternaria helianthi*) –  $29,7 \pm 0,5$  %, білу гниль (*Sclerotinia sclerotiorum*) –  $4,2 \pm 0,5$  %, сіру гниль (*Botrytis cinerea*) –  $2,0 \pm 0,5$  %, мукові (*Mucor Mich.*) –  $5,6 \pm 0,5$  %. Однак було виявлено збільшення загального ураження насіння соняшнику грибними інфекціями –  $41 \pm 0,3$  %, що поступово збільшувалося і в подальшому (рис. 4). Це спричинене саме зростанням температури повітря в приміщенні із незначною

вентиляцією. Розбір отриманих даних дає можливість стверджувати, що в теплий період року (температура вище 5 °С) зберігання насіння соняшнику при традиційній системі із мінімальною вентиляцією не рекомендоване. Так як таке зберігання може спричинити розвиток шкідливих мікроорганізмів і грибкових хвороб. Для запобігання цього рекомендовано забезпечити приміщення додатковою циркуляцією повітря.

У кінці терміну дослідів встановлена енергія схожості –  $85,9 \pm 0,5$  % і схожість –  $85,0 \pm 0,5$  %. Це свідчить про зниження посівних якостей насіння соняшнику згідно діючого державного стандарту України ДСТУ 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови». Тому можна зробити висновок про небажаність зберігання саме насіннєвого матеріалу соняшнику в буртах або насипом навіть на невеликий строк.

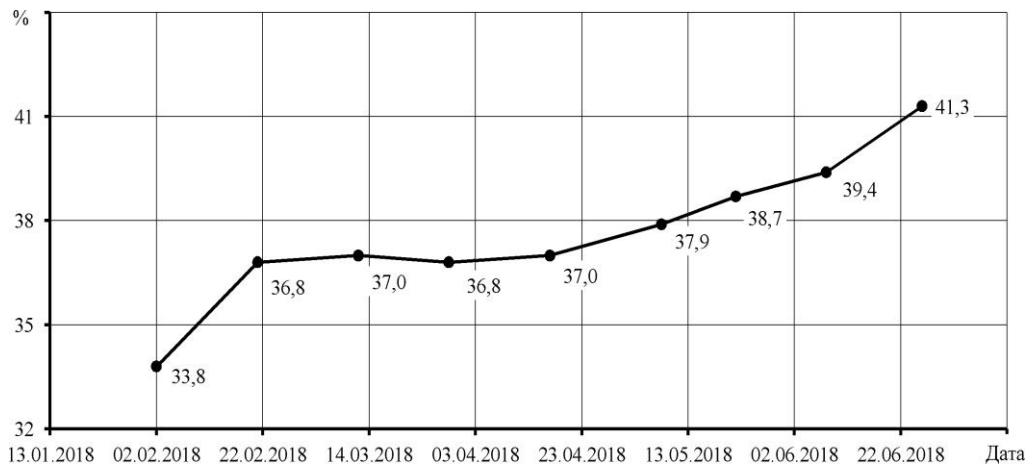


Рис. 4. Динаміка зміни загальної ураженості насіння соняшнику грибними інфекціями

Окрім забезпечення необхідної системи зберігання насіння соняшнику необхідно проводити постійний контроль за його станом – візування. Візування необхідно проводити раз в тиждень, а при виявленні відхилених показників від нормативних, то й кожний день. Ця необхідність спричинена високою швидкістю розповсюдження процесу самозгрівання насіння соняшнику.

Відбір проб під час візування проводиться згідно ДСТУ 4601:2006 «Насіння олійних культур. Методи відбирання проб. Зі зміною № 1» і ДСТУ 8841:2019 «Насіння олійних культур. Правила приймання». Точкові проби від партії насіння, що зберігаються в складах і на майданчиках при висоті насипу до 1,5 м, відбирають щупом, при більшій висоті насипу – щупом із штангами. Для відбору точкових проб поверхню насипу насіння ділять на секції площею приблизно 200 або 100 м<sup>2</sup>. У кожній секції площею 200 м<sup>2</sup> точкові проби відбирають в шести точках поверхні насипу, а площею 100 м<sup>2</sup> (і менше) – в чотирьох точках на відстані 1 м від стін складу (краю майданчика) і кордонів секції і на однаковій відстані одна від одної. Точкові проби відбирають з верхнього (на глибині 10–15 см від поверхні насипу), середнього і нижнього (торкаючись щупом підлоги) шарів насипу. Загальна маса точкових проб, що

відбираються від кожної секції, повинна бути не менше 2 кг. Із середньої проби виділяють три робочі проби, масою, достатньою для проведення аналізу.

Під час візування для кожної секції необхідно визначати температуру з використанням термозондів, вологість з використанням вологомірів, кислотне число згідно загальноприйнятих методик ДСТУ 4350:2004 «Олії. Методи визначання кислотного числа». У разі насінневого матеріалу необхідно періодично встановлювати схожість насіння і проводити бактеріальні аналізи на наявність і розвиток грибних інфекцій. Окрім цього для визначення втрат маси насінневої суміші при зберіганні необхідно визначати її фракційний склад і наявність домішок.

У разі виявлення незначної невідповідності вищезазначених показників нормативним значенням спочатку необхідно дослідити їх у динаміці на протязі декількох днів. Якщо відхилення збільшується необхідно приймати відповідні заходи для усунення осередків ураження або пошкодження. Найпоширенішим заходом є перебуртовка насінневої суміші соняшнику механічним шляхом. Вона може вирішити проблеми вирівнювання й зменшення температури і вологості насіння. Однак даний процес пошкоджує його, збільшуючи при цьому вміст смітних домішок. Це необхідно враховувати при перерахунку втрат насіння під час зберігання. В Інституті олійних культур НААН розроблена така методика з визначення можливих максимальних втрат маси насінневої суміші–соняшнику при зберіганні.

#### **Висновки**

Згідно досліджень процесу зберігання насіння соняшнику сорту Кулундинець насипом у буртах висотою  $4,5 \pm 0,3$  м в закритих приміщеннях (13.01.2018–02.07.2018) встановлено, що при наявності початкового ураження грибної інфекцією  $38 \pm 0,3$  % спостерігається його зростання до  $41 \pm 0,3$  %. Кислотне число насінневої суміші соняшника практично не змінювалося і складало 0,5–0,6 мгКОН/г. Вологість під час зберігання знижувалася з 9,1 % до 7,4 %, що пов'язано зі збільшенням температури навколишнього середовища і зменшенням його вологості. Окрім зазначеного, енергія схожості за час зберігання зменшилася з  $89,0 \pm 0,5$  % до  $85,9 \pm 0,5$  %, а схожість – з  $90,5 \pm 0,5$  % до  $85,0 \pm 0,5$  %.

Отже, спираючись на результати проведених досліджень встановлено, що традиційна система зберігання насіння соняшнику насипом у буртах або насипом в закритих приміщеннях має невеликі затрати. Однак без періодичного проведення відповідних заходів контролю якості насіння, стану приміщення і врахування втрат маси насінневої суміші зазначена система може привести до великих невідновлювальних збитків.

#### **References**

- Abreu LAS, Carvalho MLM, Pinto CAG (2013) Deterioration of sunflower seeds during storage. *Journal of Seed Science* 35 (2): 240–247
- Bohomolov OV, Vereshko NV, Safonova OM, Cherevko OI, Shapovalenko OI (2008) Storage and processing of agricultural products: a textbook. Kharkiv: 542
- Chhabra R, Singh T (2019) Seed Aging, Storage and Deterioration: An Irresistible Physiological Phenomenon. *Agricultural Reviews* Vol. 40 Issue 3: 234–238
- DSTU 2240-93 (1993) Seeds of agricultural crops. Varietal and sowing qualities Specifications. Kyiv: Derzhstandart of Ukraine: 74

DSTU 4350:2004 Oils. Methods of determining the acid number. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine: 8

DSTU 4601:2006 Oil seed. Sampling methods. With change №1. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine: 14

DSTU 8841:2019 Oil seed. Acceptance rules. Kyiv: DP «UkrNDNTs»: 4

Ghasemnezhad A, Honermeier B (2009) Influence of storage conditions on quality and viability of high and low oleic sunflower seeds. *International Journal of Plant Production* 3 (4): 39–48

Kalenska SM, Novytska NV, Stepanenko YuP, Stoliarchuk TA, Taran VH, Ryzhenko AS, Yeremenko OA (2017) Longevity of oilseeds. *Herald of Agrarian Science* №12 (95): 63–70

Oseyko M, Sova N, Lutsenko M, Kalyna V (2019) Chemical aspects of the composition of industrial hemp seed products. *Ukrainian Food Journal*. Vol. 8 (3): 544–559

Oseyko MI (2006) *Technology of vegetable oils: book*. Kyiv: 280

Osokina NM, Herasymchuk OP, Matviienko NP (2012) *Grain storage and processing technology: book*. Kyiv: 320

Podpriatov HI, Rozhko VI, Skaletska LF (2014) *Technology of storage and processing of plant products: a textbook*. Kyiv: 393

Zhdanov IV, Shulha AV, Volkov YuO (2012) Research of physical and mechanical characteristics sunflower seeds. *Progressive equipment and technologies of food production, restaurant industry and trade*. №1 (15): 484–490

Zhemela HP, Shemavnov VI, Oleksiuk OM (2003) *Technology of storage and processing of plant products*. Poltava: 420

## RESEARCH OF THE SUNFLOWER SEED STORAGE PROCESS IN BOARDS IN CLOSED BUILDINGS

E. Aliiev<sup>1,2</sup>, N. Sova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Dnipro State Agrarian and Economic University*

<sup>2</sup> *Institute of Oilseed Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

**The rate of oilseeds spoilage depends on the storage conditions and the characteristics of the species, including the chemical composition of the seeds. Of the oil crops, sunflower seeds are the most unstable during storage. The quality of the seeds mainly depends on the initial state of the seeds and the method of their storage. Therefore, the purpose of the study was to determine the dynamics humidity changes, the temperature distribution along the height of the sunflower seed mass, the temperature and humidity of the air in the room, and the general susceptibility of sunflower seeds to fungal infections. Temperature and humidity were determined using temperature sensors DS18B20 and humidity HIH-4000-003, which are mounted in the probes. The data were stored on a personal computer. Seed quality indicators were determined according to standard methods.**

**According to research on the process of storing sunflower seeds of the Kulundynets variety in mounds with a height of  $4.5 \pm 0.3$  m in closed buildings (13.01.2018–02.07.2018) it was established that in the presence of initial damage by a fungal infection of  $38 \pm 0.3\%$ , its growth was observed up to  $41 \pm 0.3\%$ . The acid value of the sunflower seed mixture practically did not**

change and was 0.5–0.6 mgKOH/g. Humidity during storage decreased from 9.1% to 7.4%, which is associated with an increase in the temperature of the environment and a decrease in its humidity. In addition to the above, germination energy during storage decreased from 89.0±0.5% to 85.9±0.5%, and germination decreased from 90.5±0.5% to 85.0±0.5%.

It has been established that the traditional system of storing sunflower seeds in bulk in banks or in bulk in closed buildings has low costs. However, without periodically carrying out appropriate measures to control the quality of seeds, the condition of the premises and taking into account the loss of mass of the seed mixture, the specified system can lead to large irreparable losses.

**Key words:** seed material, sunflower, storage, humidity, temperature, bacterial analysis, acid number, germination.