



УДК 633.15:006.015.5

**WAYS OF STABILIZING THE QUALITY INDICATORS OF CORN GRAIN  
DURING LONG-TERM STORAGE****ШЛЯХИ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ ПРОТЯГОМ  
ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ****Zavadska O.V./Завадская О.В.***s.a.-g.s. as.prof./к. с.-г.н., доц.,*

ORCID: 0000-0002-5409-0115

**Bondareva L. M./ Бондарева Л.М.***s.a.-g.s. as.prof./к. с.-г.н., доц.,*

ORCID: 0000-0002-8171-2338

**Domotskyi M. S. / Домоцький М.С.***master / магістр*

NULES of Ukraine, Kiev, Geroiv Oborony, 13, 03041

НУБіП України, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, 03041

**Анотація.** У статті наведено результати дослідження зміни вологості, крохмалю та білка зерна кукурудзи трьох гібридів, вирощених в умовах Полісся України, протягом 9 місяців зберігання. Встановлено, що на інтенсивність зміни показників якості зерна кукурудзи суттєвіше впливають способи та терміни зберігання, порівняно з сортовими особливостями. Досліджено, що за тривалого зберігання сухого зерна кукурудзи у багатошарових полімерних рукавах, коливання його вологості мінімальні й відбуваються у межах 0,2-0,3 %, втрати крохмалю не перевищують 1,0-2,2 %, а білок – 0,5 %.

**Ключові слова:** кукурудза, зерно, гібрид, якість, вологість, крохмаль, білок, зберігання

**Вступ.**

Попит на зерно кукурудзи на міжнародному ринку залишається досить високим, що пояснюється її високою урожайністю та універсальністю використання. Всі частинки рослини використовуюся. Так, із зерна виготовляють понад 150 різноманітних продуктів: борошно, крупу, пластівці, повітряну кукурудзу, глюкозу, спирт, харчовий крохмаль і навіть мед [1,4]. Кукурудзяне борошно використовують для виробництва печива, бісквітів, запіканок. Із зародків виробляють калорійну олію, яка має лікувальні властивості, оскільки знижує вміст холестерину в крові [4].

Трагічні події останніх років, які переживає наша країна, негативно позначилися на можливості експорту зерна. Згідно з даними ФАО, до початку повномасштабного вторгнення росії, Україна була помітним експортером сільськогосподарської продукції й постачала на міжнародний ринок 42 % соняшникової олії, 16 % зерна кукурудзи та 9 % пшениці [3]. Особливо від українського імпорту цієї продукції залежали країни Африки та Близького Сходу. Через заблоковані порти та відрізані альтернативні шляхи експорту, літом минулого року, перед збиранням нового урожаю, понад 20 млн. тон зерна, призначеного на експорт, застрягли в Україні. Не кращою залишається ситуація і зараз. Фермери Польщі, Болгарії, Румунії вийшли на протести дешевого українського зерна, що спричинило значне падіння цін [3]. Тобто, на сьогодні, проблеми з експортом залишаються і вітчизняним виробникам доводиться зберігати великі об'єми зерна протягом тривалого періоду.



У зерні кукурудзи протягом тривалого зберігання відбуваються різні фізіологічні, біохімічні та біологічні процеси, що зумовлюють інтенсивність його дихання, життєдіяльність мікроорганізмів, шкідників, впливають на зміну показників якості [2,4]. За сприятливих умов зберігання, у результаті таких процесів якість зерна може навіть покращуватися. Однак за неконтрольованого їх проходження можливі значні втрати кількості та якості, зниження вмісту запасних речовин [1,4]. У зв'язку з цим, надзвичайно актуальною є проблема мінімізації зміни показників якості зерна у процесі такого тривалого зберігання.

Через накопичення значних об'ємів зерна і потребу в його тривалому зберіганні, виробники часто використовують багатошарові полімерні рукави як альтернативу стаціонарним сховищам. Тому саме такий спосіб зберігання ми включили до схеми наших досліджень.

**Мета досліджень** полягає у вивченні зміни показників якості зерна кукурудзи різних гібридів залежно від способів і термінів зберігання для пошуку можливих шляхів мінімізації якісних і кількісних втрат.

#### **Методика досліджень.**

Дослідження в умовах СВК "Зоря» Чернігівської області, яке розташоване в зоні Полісся протягом 2020-2021 рр. Для виконання поставлених завдань було проведено двофакторний дослід, для якого використали зерно кукурудзи іноземної селекції провідних селекційних компаній, а саме: ДКС 3770 (оригінація компанія Монсанто) (контроль), Каньонс (КВС) та Феном (Сингента). Всі досліджувані гібриди занесені до Реєстру сортів рослин, поширені у виробництві та придатні для вирощування на зерно в умовах Полісся. Як контроль вибрали найпоширеніший гібрид ДКС 3770 компанії Монсанто, зареєстрований у 2016 р.

Аналіз якості насіння та безпосередньо дослідне зберігання його проводили в навчально-науковій лабораторії кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика НУБіП України за загальноприйнятими методиками [5]. Зерно зберігали протягом 9 місяців у сухому стані в умовах звичного сховища (контроль) та моделювали умови зберігання у багатошарових полімерних мішках.

#### **Результати досліджень.**

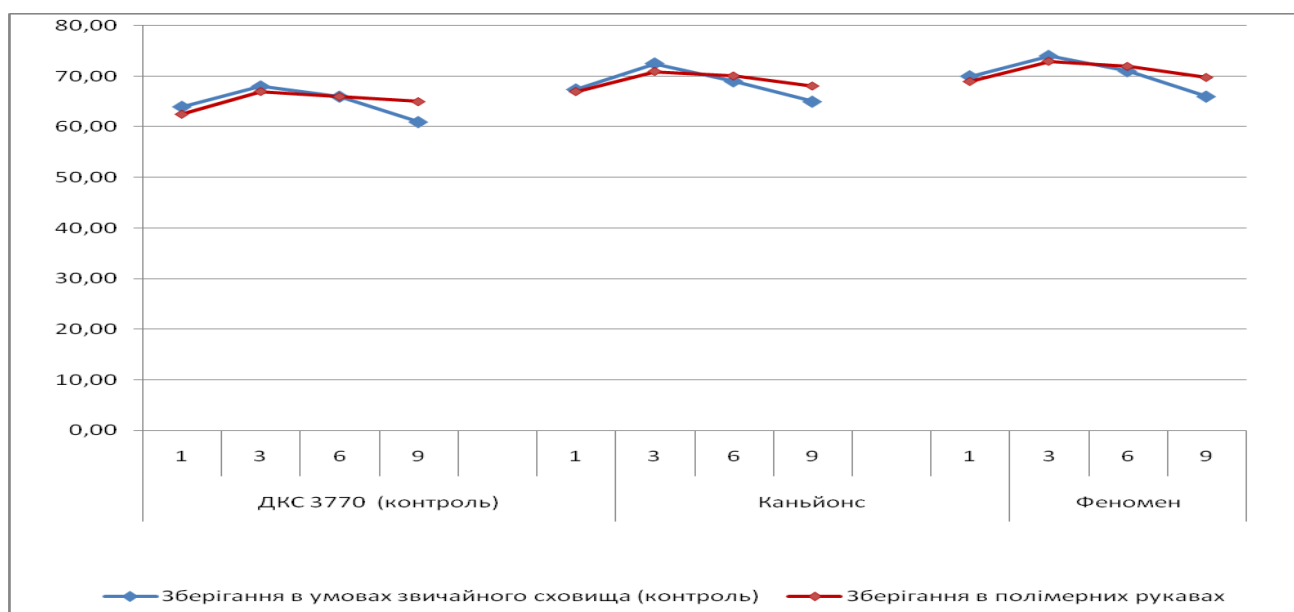
Зерно кукурудзи досліджуваних гібридів після збирання досушували і закладали на тривале зберігання з вологістю у межах 13,2-14,2 %. Протягом періоду зберігання цей показник зазнавав помітних змін та залежав як від сортових особливостей, так і способів зберігання. Упродовж перших трьох місяців відбувається зниження цього показника, що можна пояснити процесами післязбирального дозрівання. Найсухіше зерно було в гібрида Феномен через три місяці зберігання в умовах звичайного сховища – 13,0 %, що на 0,8 % менше, порівняно з контролем. Надалі вологість у всіх зразках зростала, помітніше у зерна, що зберігалось в звичайних умовах. Найвологіше зерно протягом усього періоду зберігання було у гібрида ДКС 3770 (контроль) через 9 місяців зберігання в умовах звичайного сховища – 14,6%, що на 0,7-0,9 % більше, порівняно із зерном інших гібридів.



Помітніші коливання вологи виявлено за зберігання зерна в умовах звичайних сховищ. Тобто, спосіб зберігання у полімерних пакетах, що моделює зберігання у польових умовах у багатошарових рукавах, мінімізує зміни вологості зерна протягом його зберігання, коливання її відбуваються у межах 0,2-0,3 %.

Однак, вологість зерна всіх досліджуваних зразків незалежно від способу протягом усього періоду зберігання не перевищувала допустимих для кукурудзи 15 %. Зерно зберігали у сухому стані за вологості на початку зберігання 13,2-14,2, а в кінці його – 13,5-14,6 %. Така вологість забезпечує підтримання у стабільному стані органолептичних показників, унеможливує втрати якості через діяльність шкідливих мікроорганізмів [1,2].

Відомо, що основною запасною речовиною зерна кукурудзи є крохмаль, який у процесі зберігання розщеплюється та використовується на дихання. Мінімізація втрат крохмалю є одним із шляхів подовження періоду зберігання зерна. Вміст його залежав найбільше від сортових особливостей та змінювався у процесі зберігання (рис. 1).



**Рис. 1. Динаміка вмісту крохмалю у зерні кукурудзи (%) залежно від термінів і способів термінів зберігання, урожай 2020 р.**

Вже через перший місяць зберігання вміст крохмалю у зерні всіх гібридів збільшувався на 1,4-2,0%, порівняно з початковим значенням. Максимальний вміст цього показника у зерні всіх варіантів встановлено через три місяці зберігання – 67-74 % залежно від гібриду та способу зберігання. Порівняно з попереднім терміном відбулося помітніше зростання – на 4-5 % залежно від способу зберігання. Повільніше нагромадження крохмалю спостерігали у зерна всіх варіантів, що зберігали в герметичних умовах. Це, очевидно пов'язано з інтенсивністю проходження процесів післязбирального дозрівання та утворенням складних вуглеводів, до яких відносять і крохмаль. Надалі спостерігали поступове зниження цього елемента, особливо в останній період зберігання у зерна, що зберігали в умовах звичайного сховища. Це можна



пояснити підвищенням вологи у цей період зберігання та втратою крохмалю на дихання. Так, у зерна контрольного варіанта ДКС 3770 за останні три місяці зберігання вміст крохмалю знизився на 5 %, а у гібридів Каньйонс та Феномен – на 4 %. У зерна, що зберігали у полімерних рукавах зменшення цього елементу встановлено у межах 1,0-2,2 %. Тобто, за рахунок мінімізації зміни вологості та процесу дихання у цих умовах, зерно майже не втрачало крохмаль. Найбільше крохмалю через 9 місяців зберігання було у зерні гібриду Феномен, що зберігали в поліетиленових мішках – 69,8 %, що на 3,8 % більше, порівняно з контролем.

Вміст білка у зерні перед закладанням на зберігання залежав від сортових особливостей і коливався у межах 7,6-9,8%. Найбільше його містили зерна гібриду ДКС 3770, а найменше – гібриду Феномен. У результаті проведеного кореляційного аналізу виявлено обернений суттєвий взаємозв'язок між вмістом крохмалю та білка ( $r = -0,76$ ).

Інтенсивність втрат білка протягом тривалого зберігання залежала від періоду та способу зберігання. Упродовж перших трьох місяців зниження вмісту білка були незначні й становили 0,1-0,2% від початкового значення. У наступну декаду зберігання втрати білка коливалися в межах від 0,4-0,6% у зерна, що зберігалося у звичайних умовах та 0,1-0,2 % – у полімерних рукавах. Найпомітніші втрати білка, як і крохмалю, виявлено в останні три місяці зберігання. Втрати зерном білку за його зберігання в умовах, ідентичних до зберігання в полімерних рукавах, за дев'ять місяців зберігання не перевищували 0,5 %, а в умовах звичайних сховищ – 1,1-1,4 %. Це можна пов'язано з тим, що інтенсивність проходження фізіологічних процесів у зерні за зберігання в герметичних умовах зведена до мінімуму.

### **Висновки.**

Зберігання сухого зерна кукурудзи (вологість у межах 14 %) у багат шарових рукавах, без доступу кисню, мінімізує процеси дихання, що дозволить стабілізувати коливання вологості протягом 9 місяців зберігання у межах 0,2-0,3 %, втрати крохмалю не перевищуватимуть 1,0-2,2 %, а білка – 0,5 %.

### **Література:**

1. Завадська О.В., Бондарєва Л.М., Іващенко Ю.В. Вплив способів зберігання на якість зерна кукурудзи різних гібридів . *Modern engineering and innovative technologies*. 2022 Issue №22. Part 1. С. 72-77.
2. Завадська О.В., Бондарєва Л.М., Іващенко Ю.В. Динаміка вологості зерна кукурудзи залежно від умов зберігання. *Modern engineering and innovative technologies*. 2022. Issue 19. Part 1. С. 99-103.
3. Експорт українського зерна і протести європейських виробників : веб-сайт URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/evropa-protesty-ukrayinske-zerno-ahroproduksiya/32351024.html> (дата звернення 24.04.2023).
4. Подпратов Г.І., Бобер А.В., Ящук Н.О. Якісна і безпечна зернова продукція: умови отримання, зберігання та напрями використання : монографія. К.: ЦП «Компринт», 2014. 186 с.



5. Скалецька Л.Ф., Подпратов Г.І., Завадська О.В. Методи досліджень рослинницької сировини. Лабораторний практикум : навч. посіб. Вид 2-ге, переробл. і допов: К. ЦП «Компринт», 2013. 242 с.

**Abstract.** *The article presents the results of a study of changes in moisture content, starch and protein of corn grains of three hybrids grown in the conditions of Polissia of Ukraine during 9 months of storage. It was established that the intensity of changes in the quality indicators of corn grain is significantly influenced by storage methods and terms, compared to varietal characteristics. It has been studied that during long-term storage of dry corn grain in multi-layer polymer sleeves, fluctuations in its moisture content are minimal and occur within the range of 0.2-0.3%, starch losses do not exceed 1.0-2.2%, and protein losses do not exceed 0.5 %.*

**Key words:** *corn, grain, hybrid, quality, moisture, starch, protein, storage*

© Завадська О.В., Бондарєва Л.М., Додоцький М.С.