



Зберігання та переробка продукції

УДК 633.15:631.576.

331.2:631.563

© 2024

ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБКИ І ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ ДЛЯ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ

М.Я. Кирпа¹, О.І. Лупітько², Ю.С. Базілева³, Д.В. Ковальов⁴

¹доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН

^{2,3}кандидати сільськогосподарських наук,

⁴доктор філософії

Державна установа Інститут зернових культур НААН
вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49009, Україна

e-mail: inst_zerna@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-6893-8180, ²0000-0003-0434-1382,

³0000-0002-9366-9795, ⁴0000-0001-5384-0810

Надійшла 09.04.2024

Мета. Дослідити оптимальні способи формування запасів насіння гібридів кукурудзи, визначити, які операції післязбиральної обробки підвищують якість та господарську довговічність посівного матеріалу гібридів упродовж їх тривалого зберігання. **Методи.** Лабораторні — для визначення показників якості та довговічності насіння (маса 1000 насінин, схожість, вологість, кислотність), польовий — для дослідження врожайних властивостей насіння (урожайність), математично-статистичний — для оцінювання достовірності отриманих даних з використанням електронних таблиць Excel, Statistica 6.0. Із операцій післязбиральної обробки вивчали способи сушіння (природне, вентиляювання, термічне) та регламенти сепарування в режимі очищення, калібрування і гравітаційного сортування насіння. Насіння зберігали упродовж 3-х років (2020–2023) відповідно до вимог стандарту ДСТУ 2240 в умовах типового насіннесховища. Об'єктом досліджень слугували гібриди ДН Хортиця, ДБ Хотин селекції Державної установи Інститут зернових культур НААН (ДУ ІЗК НААН). **Результати.** Виявлено значний вплив способів сушіння та регламенту сепарування на якість і довговічність насіння гібридів кукурудзи. Спосіб сушіння залежав від збиральної вологості гібридів та від температури нагріву насінини. Регламент сепарування визначали фізико-механічні показники насінини — її лінійний розмір, форма, абсолютна і питома маса. **Висновки.** З метою створення запасів високоякісного насіння гібридів кукурудзи рекомендується дотримуватися такого порядку дій: збирання за вологості 31–35%, 26–30 і 20–25%, сушіння за температури 36–40 °С, 40–44 і 44–46 °С відповідно до вологості; сепарування у три етапи: перший — очищення від домішок умістом 18–30%,

другий — ситове калібрування, третій — гравітаційне сортування. Закладати на зберігання необхідно найякісніші та довговічні фракції — другу і третю (прохід через сито з діаметром вічок 9–10 мм, схід 7–8 мм).

Ключові слова: насіння кукурудзи, сушіння, сепарування, зберігання, господарська довговічність, якість, врожайність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202406-09>

Система насінництва кукурудзи включає різні ланки з вирощування насіння гібридів та їх батьківських компонентів. До того ж вона включає запаси посівного матеріалу у вигляді страхових і резервних фондів, які використовують за непередбачуваних обставин (неврожай, стихійне лихо тощо). Необхідність створення запасів визначено Законом України «Про насіння і садивний матеріал»; їхні об'єми залежать від категорії насіння — базове, базове, сертифіковане [1]. Іншим нормативно-технічним документом встановлено окремі вимоги до насіння в разі зберігання, зокрема обмеження за показником вологості [2]. Згідно з результатами досліджень, що проводилися на базі ДУ ІЗК НААН, запаси насіння треба щорічно оновлювати свіжозібраним посівним матеріалом [3]. Проте на практиці нерідко трапляються випадки, коли свіжозібране насіння поступається за якістю тому, яке зберігається. Причиною такого стану може бути притаманна кукурудзі значна різноякісність насіння. Загалом існують чотири види різноякісності насіння кукурудзи: екологічна, матрикальна, морфологічна, генетична; за видами різноякісності можна визначити довговічність насіння та його придатність до зберігання [4; Строка І.Г., 1966]. Основний показник якості — схожість насіння — суттєво змінюється за впливу різних факторів на стадіях збирання, післязбиральної обробки і зберігання [5–10]. Але вплив таких факторів досліджено недостатньо, що і призводить до необ'єктивного оцінювання якості та придатності насіння для тривалого зберігання. Тому так важливо визначити способи та режими зберігання запасів насіння кукурудзи з урахуванням різних біологічних і технологічних факторів.

Мета досліджень — розглянути особливості формування довговічності насіння гібридів кукурудзи, визначити оптимальні способи його післязбиральної обробки, за яких можна отримати високоякісний посівний матеріал.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили в лабораторії методів збереження та стандартизації зерна ДУ ІЗК НААН упродовж 2020–2023 рр. Об'єктами досліджень були гібриди селекції Інституту різних груп стиглості і найбільш поширені у виробництві [11]. Насіння гібридів збирали за різної вологості і, якщо вона була зависокою, застосовували такі способи сушіння: природне повільне (контроль), вентиляювання зовнішнім повітрям, термічне сушіння нагрітим повітрям у сушарках. Після сушіння насіння сепарували в режимах очищення від домішок, калібрували на фракції за лінійним розміром насінини, здійснювали гравітаційне сортування кожної фракції за ознакою питомої маси. Калібрування проводили на плоских ситах з діаметром вічок 9, 8, 7 та 6 мм, і в такий спосіб отримували 4 фракції, що різнилися за шириною насінини.

Показники якості та господарської довговічності насіння визначали в лабораторних і польових дослідах за чинними і рекомендованими методами [12, 13]. Особливу увагу звертали на схожість насіння, яку встановлювали методом холодного пророщування, вона має високий рівень кореляції із польовою схожістю. Визначали також рівень кислотності, що свідчить про здоров'я і стан насіння упродовж тривалого зберігання.

Досліди зі зберігання насіння проводили в умовах типового насіннесховища відповідно до вимог стандарту ДСТУ 2240.

Насіння чотирьох фракцій пакували у паперові мішки масою по 25 кг, які зберігали впродовж 3-х років із постійним контролем якості посівного матеріалу.

Результати досліджень. Вивчення впливу операцій післязбиральної обробки на якість насіння гібридів кукурудзи та їх здатність до тривалого зберігання показало, що найсуттєвіше на ці показники впливали способи сушіння у разі збирання насіння з підвищеною вологістю (табл. 1). З усіх способів найбільш ефективним виявилось термічне сушіння, яке забезпечувало найвищі показники схожості та врожайності гібридів кукурудзи. За всіх варіантів сушіння лабораторна схожість зростала на 2%, польова — на 4%, урожайність — на 7% порівняно із контролем (природним сушінням). Після 3-річного зберігання ефективність термічного сушіння посилилась: лабораторна схожість зросла на 4%, польова — на 9%, урожайність — на 12%.

Отже, термічне сушіння, яке здійснювали за оптимальних температурних режимів, сприяє формуванню насіння гібридів кукурудзи з підвищеною довговічністю. До таких режимів належать температурний діапазон 36–40 °C за вологості

насіння 31–35%, 40–44 °C — за вологості 26–30% та 44–46 °C — за вологості 20–25%.

По-іншому впливало на насіння сушіння у режимі вентилявання, яке здійснювали за температури, підвищеної на 5–6 °C порівняно із зовнішньою атмосферною, а також за невеликих об'ємів повітря. За впливом на якість і довговічність таке сушіння поступалося термічному, після 3 років зберігання польова схожість насіння була нижчою на 6%, урожайність — на 0,32 т/га, тобто на 5,4%.

Найнижчу довговічність мало насіння, що проходило природне сушіння (контроль). Наприкінці третього року зберігання його лабораторна схожість знизилася на 4%, польова — на 9%, урожайність — на 0,89 т/га (на 12,6%) порівняно із насінням, що проходило термічне сушіння. Вірогідними причинами зниження довговічності насіння могли бути особливості природного низькотемпературного сушіння, до яких слід віднести надто повільну вологовіддачу качанів. Установлено, що за таких умов може відбуватися первинне проростання насіння, ослаблення його сили росту, а отже, і зниження польової схожості та продуктивності гібридів

1. Вплив способів сушіння на якість насіння гібридів кукурудзи за їх тривалого зберігання

Спосіб сушіння	Вологість насіння, %	Показники якості насіння					
		на початку зберігання			наприкінці зберігання		
		Схожість, %		Урожайність, т/га	Схожість, %		Урожайність, т/га
		лабораторна	польова		лабораторна	польова	
Природний (контроль)	31–35	94	80	6,53	90	66	6,02
	26–30	97	83	6,80	92	70	6,26
	21–25	95	84	6,90	90	71	6,33
Вентилювання	31–35	95	85	6,80	92	70	6,64
	26–30	96	87	6,98	94	75	6,80
	21–25	97	84	6,84	93	72	6,70
Термічний	31–35	97	85	7,21	95	76	7,02
	26–30	98	88	7,30	96	82	7,25
	21–25	97	85	7,18	95	77	7,01
HIP _{0,5}			2,1	0,15		2,4	0,18

кукурудзи. До того ж після природного сушіння насіння стає нестійкою під час зберігання, вражається токсичною мікрофлорою, про що свідчить мікробіологічний аналіз зразків.

Наступною важливою технологічною операцією післязбиральної обробки насіння кукурудзи і підготовки його до зберігання є сепарування. Регламент цієї операції значно впливає на формування якості і довговічності гібридів кукурудзи. Особливо значим є його вплив у режимах очищення, калібрування та гравітаційного сортування, коли виділяються окремі фракції насіння різної якості. На підставі результатів пофракційного сепарування сформовано регламент, за яким відбирається насіння гібридів кукурудзи, найбільш придатне для тривалого зберігання (табл. 2).

Перша операція, що виконується згідно з регламентом, це очищення, за якого формуються фракція повноцінного насіння і фракція відходів з низькими значеннями маси 1000 насінин, схожості та продуктивності. Вміст відходів фракції становить 18–30% залежно від

різномірності гібридного насіння і терміну його зберігання; за довшого терміну кількість дрібнозернового насіння збільшується. Загалом уміст дрібнозернової фракції можна розрахувати за масою 1000 насінин; у наших дослідах вона була на 23% нижчою порівняно із фракцією повноцінного насіння.

Наступною операцією, яка полягала у відборі насіння з підвищеною довговічністю, було калібрування за розміром і крупністю насінини. Його проводили за допомогою сит із вічками діаметром 9, 8, 7 і 6 мм; у результаті отримували 4 фракції різної якості. Встановлено, що після 3 років зберігання фракції 1–3 залишилися практично однаковими за показниками схожості і продуктивності насіння. Фракція 4 була дрібнішою, з меншою на 35–65 г масою 1000 насінин, нижчою на 4–13% лабораторною і польовою схожістю, а також нижчою на 0,78–0,85 т/га врожайністю порівняно з трьома першими.

У технологіях сепарування застосовується також гравітаційне сортування, метою якого є відбір важковідокремлюваних домішок і неповноцінних насінин за

2. Регламент фракційного сепарування гібридів кукурудзи та його вплив на якість насіння за тривалого зберігання

Регламент			Показники якості насіння			
Операція	Фракція	Маса 1000 насінин, г	Схожість, %			Врожайність зерна, т/га
			лабораторна		польова	
			стандарт-метод	холодний тест		
Очищення	1	278	92	75	78	6,50
	2	215	85	65	63	5,20
Калібрування ситове	1	289	94	81	80	6,83
	2	270	95	85	81	6,90
	3	259	94	85	80	6,87
	4	224	90	75	68	6,05
Сортування гравітаційне	1	305	95	82	83	7,02
	2	288	96	87	85	7,19
	3	270	96	87	84	7,14
	4	240	92	80	75	6,50
НІР _{0,5}					2,4	0,15

3. Кислотність насіння гібрида ДН Хортиця залежно від фракції і крупності насінин та тривалості їх зберігання

Крупність насіння		Кислотність насіння за роком зберігання, град.			
Фракція	Маса 1000 насінин, г	2020	2021	2022	2023
1	290	2,50	2,52	2,90	3,02
2	274	2,50	2,50	3,01	3,10
3	250	2,49	2,53	3,15	3,32
4	225	2,51	2,88	3,50	4,18

ознакою їх питомої маси. За допомогою такого методу сепарування можна підвищувати якість і довговічність насіння усіх фракцій. Наприклад, насіння гібридів кукурудзи, яке проходило гравітаційне сортування, стійкіше за тривалого зберігання порівняно з тим, що лише калібрувалось. Особливо посилювалася стійкість насіння фракції 4, його лабораторна схожість підвищувалася на 2–5%, польова — на 7%, а врожайність зростала на 0,45 т/га.

Якість і довговічність насіння гібридів кукурудзи оцінювали за такими важливими показниками, як схожість і продуктивність. Проте стан насіння упродовж тривалого зберігання можна визначити і за кислотністю насінин — показника,

що свідчить про рівень фізіологічної стабільності за впливу різних біотично-абіотичних факторів довкілля. В усіх варіантах дослідження фіксувалося закономірне збільшення кислотності насіння у процесі його зберігання, але найбільшим воно було в насіння фракції 4 — досягало майже 40% від початкового рівня (табл. 3). Кислотність інших фракцій збільшувалася на 17,2–25,0%. Слід зазначити, що до надмірного збільшення кислотності призводить насамперед дихання живої насінини і що у дрібнозерній фракції воно протікає найінтенсивніше. Поява вільних кислот негативно впливає на зародок насіння, гальмує його проростання і знижує схожість.

Висновки

Пропонуються нові способи і режими формування запасів насіння гібридів кукурудзи, що забезпечують подовження терміну зберігання високоякісного посівного матеріалу. Порядок формування запасів включає операції післязбиральної обробки, зокрема сушіння вологих качанів і сепарування, за рахунок чого готується насіння із підвищеною довговічністю. Сушіння рекомендується здійснювати термічним способом, за такого співвідношення температури і вологості насіння: 26–40 °С і 31–35%, 40–44 °С і 26–30%, 44–46 °С і 20–25%. Сепарування слід проводити в кілька етапів: перший — у режимі очищення і вилучення відходів умістом 18–30% залежно від різноякісності гібридного

насіння; другий — ситове калібрування на 4 фракції; третій — гравітаційне сортування. Закладати на зберігання слід насіння найбільш якісних і довговічних другої та третьої фракцій із підвищеною схожістю і продуктивністю насінин. Лінійний розмір насінин визначається їхньою шириною і становить 9–7 мм.

Якість і довговічність насіння під час зберігання рекомендується контролювати за допомогою таких показників: енергія проростання, схожість і сила росту, рівень кислотності. Значення показників мають відповідати чинним вимогам ДСТУ щодо якості продукції упродовж 3-х років зберігання запасів насіння гібридів кукурудзи.

Курпа М.¹, Lupitko O.², Bazileva Yu.³,
Kovaliov D.⁴

State Enterprise Institute of Grain Crops of NAAS,
14 Volodymyr Vernadskyi Str., Dnipro, 49009,
Ukraine; e-mail: inst_zerna@ukr.net; ORCID:
¹0000-0002-6893-8180; ²0000-0003-0434-1382;
³0000-0002-9366-9795; ⁴0000-0001-5384-0810

Features of processing and preparation of corn seeds for long-term storage

Goal. To study the optimal ways of forming
stocks of corn hybrid seeds, to determine which
post-harvest processing operations increase the
quality and economic durability of the seed ma-
terial of hybrids during their long-term storage.

Methods. Laboratory — to determine the indica-
tors of seed quality and longevity (weight of 1000
seeds, germination, moisture, acidity), field — to
study the productive properties of seeds (yield),
mathematical and statistical — to assess the reli-
ability of the data obtained using Excel, Statistica
6.0 spreadsheets. Among post-harvest processing
operations, they studied methods of drying (natural,
ventilation, thermal) and separation regulations in
the mode of cleaning, calibration, and gravity sort-
ing of seeds. The seeds were stored for 3 years
under the requirements of the DSTU 2240 stan-
dard in the conditions of a typical seed storage. The

objects of research were hybrids DN Khortytisia, and
DB Khotyn of the selection of the State Enterprise
Institute of Cereal Cultures of the National Academy
of Agrarian Sciences (SE ICC of NAAS). **Results.**
A significant influence of drying methods and separa-
tion regulations on the quality and longevity of the
seeds of corn hybrids was revealed. The method
of drying depended on the moisture content of the
hybrids at harvest and on the seed heating tem-
perature. The regulation of separation determined
the physico-mechanical parameters of a seed — its
linear size, shape, absolute, and specific mass.
Conclusions. To create stocks of high-quality seeds
of corn hybrids, it is recommended to follow the
following procedure: harvesting at a humidity of
31–35%, 26–30 and 20–25%, drying at tempera-
tures of 36–40°C, 40–44 and 44–46°C according
to humidity; separation in three stages: the first —
cleaning from impurities with a content of 18–30%,
the second — sieve calibration, the third — gravity
sorting. It is necessary to store the highest-quality
and long-lasting fractions — the second and third
(passage through a sieve with a mesh diameter of
9–10 mm, exit 7–8 mm).

Key words: corn seeds, drying, separation,
storage, economic durability, quality, yield.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202406-09>

Бібліографія

1. Про насіння і садивний матеріал: Закон
України від 04.10.2018 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/411-15>

2. DSTU 2240. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості (технічні умови). [Чинний від 1993-01-01]. Київ: Держстандарт України, 1994. 75 с.

3. Дзюбецький Б.В., Черчель В.Ю., Курпа М.Я. та ін. Насінництво кукурудзи: навч. посібн. Київ: Аграрна наука, 2019. 200 с.

4. Макрушин М.М., Макрушина Є.М. Насінництво: підручн. Сімферополь: ВД «Аріал», 2011. 476 с.

5. Курпа М.Я., Filipkova N.S. Features of formation of durability of corn hybrids seeds for their cultivation, postharvest processing and storage. *Agrology*. 2021. V. 4. N 3. P. 137–142.

6. Курпа М., Kovalov D., Skotar S. et al. Seed harvesting properties of corn hybrids under two-stage separation. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*. 2020. V. 66. N 3. P. 118–127.

7. Стюрко М.О. Особливості формування схожості насіння кукурудзи. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової*

зони НААН України. 2012. № 3. С. 117–120.

8. Курпа М.Я., Філіпкова Н.С. Способи післязбиральної обробки гібридів кукурудзи та їх вплив на якість насіння при тривалому зберіганні. *Зернові культури*. 2022. Т. 6. № 1. С. 57–63.

9. Oskouei B., Majidi Hervan E., Hamidi A. et al. Study on seed vigor deterioration in hybrid corn (*Zea mays*), cv. Single cross 704. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 2014. V. 3. N 6. P. 207–210.

10. Nagel M., Börner A. The longevity of crop seeds stored under ambient conditions. *Seed Science Research*. 2010. V. 20. Is. 1. P. 1–12.

11. Черчель В.Ю., Курпа М.Я., Дзюбецький Б.В. та ін. Каталог сортів та гібридів: наук.-метод. реком. Дніпро: ДУ ІЗК НААН, 2021. 131 с.

12. DSTU 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методика визначення якості. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.

13. Черчель В.Ю., Дзюбецький Б.В., Курпа М.Я. та ін. Посібник для аудиторів із сертифікації насіння: навч. посіб.; вид. 2-ге, доопр. і допов. Київ: Аграрна наука, 2023. 368 с.