

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДВОСТАДІЙНОГО СПОСОБУ СЕПАРУВАННЯ НАСІННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Д. В. Ковальов, Е. М. Федоренко

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

Актуальність. Насіння кукурудзи в процесі збирання та післязбиральної обробки представляє собою суміш, яка складається з окремих насінин різної якості, розміру, маси. Тому насіння сепарують, тобто суміш поділяють на окремі, до певної міри однорідні, фракції. Число фракцій може бути різним залежно від вирівняності суміші та способів сепарування. **Мета роботи.** Метою дослідження було встановити закономірності пофракційного сепарування насіння гібридів кукурудзи, розробити способи їх очищення-сортування в технологіях післязбиральної обробки, розрахувати економічну ефективність нового двостадійного способу сепарування. **Матеріали та методи.** В досліджах використовувались гібриди кукурудзи селекції ДУ Інституту зернових культур НААН, які сепарували на решетах з круглими та продовгуватими отворами. Спосіб сепарування був наступним: перший – зерно сепаратор у режимі сходу і проходу насіння на сепарувальному ситі розподіляє суміш на дві групи посівного матеріалу; другий – зерносепаратор (один або два) розподіляє кожну групу на задану кількість посівних фракцій. Сепарувальне сито на першій стадії мало отвори діаметром 8–9 мм, або довгасті з шириною 5,5–6 мм і довжиною 20 мм. На другій стадії сепарувальні сита в більшості випадків мали отвори діаметром 5–8 мм, або ж довгасті 3,75–4,50 мм. **Результати.** Встановлено особливості сепарування насіння досліджуваних гібридів за різними ознаками і способами. По-перше, фракції насіння, виділені за ознакою «ширина насінини», характеризувались вищими показниками польової схожості, порівняно з насінням, виділеним за ознакою «товщина насінини». По-друге, сепарування за ознакою «товщина насінини» є ефективним лише з метою підвищення однорідності насіння. Двостадійний спосіб випробувано у дослідному господарстві ТОВ «Агрофірма «АРТ Золотий колос» (Дніпропетровська обл.) у процесі сепарування насіння гібридів кукурудзи врожаю 2018–2020 рр. В результаті фракційного сепарування за новим способом отримано кондиційне насіння гібридів із схожістю 95–96 %, силою росту 85–90 % при повній відсутності будь-якого травмування насінини. **Висновки.** У технологіях післязбиральної обробки та передпосівної підготовки рекомендується застосовувати двостадійний спосіб сепарування, який полягає у розділенні суміші насіння на дві посівні групи з наступним виділенням з них потрібного числа фракцій. Сепарування здійснюється на плоских ситах з типорозміром отворів залежно від форми насінини.

За рахунок двостадійного сепарування збільшувалась продуктивність зерносепараторів на 20 %, зменшувалась питома витрата електроенергії на 8 %. Загальний економічний ефект складався у вигляді економії енерговитрат обсягом 1,8 грн на кожній тонні насіння. Також від сівби насінням високої якості чистий прибуток становив 6233 грн з 1 га.

Ключові слова: кукурудза, гібриди, сепарування, польова схожість, економічна ефективність.

Вступ. Відомі різні способи сепарування, засновані на фізико-механічних показниках – маси 1000 насінин, їх питомої маси, лінійного розміру, парусності, які використовуються залежно від стану та біологічних особливостей суміші насіння певної культури. На основі відмічених показників застосовуються наступні способи: ситовий, гравітаційний, аеродинамічний з використанням різних сепарувальних машин [1, 2].

У практиці сепарування найбільш поширений ситовий спосіб, який застосовується для очищення і сортування насінневого матеріалу. Проте, його розробка здійснюва-

ються наступні способи: ситовий, гравітаційний, аеродинамічний з використанням різних сепарувальних машин [1, 2].

У практиці сепарування найбільш поширений ситовий спосіб, який застосовується для очищення і сортування насінневого матеріалу. Проте, його розробка здійснюва-

Інформація про авторів:

Ковальов Денис Володимирович, доктор філософії, завідувач лаб. насінництва кукурудзи, e-mail: nasinnia.izk@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5384-0810>

Федоренко Едуард Миколайович, канд. с.-г. наук, доктор філософії, завідувач відділом насінництва, маркетингу та трансферу інновацій. e-mail: eduard.fedorenko1966@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4370-8477>

лась на принципі уніфікації, тобто майже не враховувала фізико-механічні та біологічні особливості гібридів кукурудзи [3].

Основним способом сепарування насіння гібридів кукурудзи, який застосовується у виробництві, є одностадійний. Він полягає в тому, що суміш насіння послідовно сепарується у режимі очищення, сортування, калібрування [4], при цьому не враховується вирівняність суміші, яка для кукурудзи може бути доволі низькою – від 60 до 90 %. Вирівняність визначається шляхом просіювання суміші на ситах з круглими отворами, зазвичай 9, 8, 7, 6 мм. Показником вирівняності слугує найбільший схід насіння з двох суміжних решет, наприклад, якщо з решета 8 мм схід 30 %, а решета 7 мм – 50 % то показник вирівняності буде 80 %. При цьому з інших решет схід може бути таким: 9 мм – 5 %, 6 мм – 15 %. Як правило, на практиці вирівняність зібраного насіння також є низькою і становить 72–85 % залежно від технології вирощування, збирання, післязбиральної обробки, а також від сортових особливостей гібридів [5–8].

Метою дослідження було встановлення закономірності пофракційного сепарування насіння гібридів кукурудзи, розроблення способу їх очищення-сортування в технологіях післязбиральної обробки, розрахування економічної ефективності двостадійного способу сепарування.

Матеріал та методи. Об'єктом досліджень у роботі слугував новий спосіб, який передбачає двостадійне сепарування суміші насіння. На першій стадії суміш насіння розподіляється на дві складові (посівні групи) приблизно однакового об'єму. Підбір сепарувальної поверхні на першій стадії залежить від форми насінини, а саме поверхня може мати отвори різного типорозміру (круглі отвори певного діаметру чи довгасті вічка певної ширини і довжини). На другій стадії кожна складова (група) насінневої суміші розділяється на фракції потрібної кількості, різні за формою і лінійним розміром насінини. Контролем в досліджах було обрано сепарування, за яким фракції виділяли із суміші насіння без її попереднього поділу на групи.

Виробничу перевірку нового способу випробувано у господарстві ТОВ «Агрофір-

ма «АРТ Золотий колос» (Дніпропетровська обл.) у процесі сепарування насіння гібридів кукурудзи врожаю 2018–2020 рр.

Спосіб у виробничих умовах виконувався наступним чином: перший зерносепаратор у режимі сходу і проході насіння на сепарувальному ситі розподіляв суміш на дві групи посівного матеріалу; другий зерносепаратор (один або два) розподіляв кожену групу на задану кількість посівних фракцій. Сепарувальне сито на першій стадії мало отвори діаметром 8–9 мм, або довгасті з шириною 5,5–6 мм і довжиною 20 мм залежно від форми насінини. На другій стадії сепарувальні сита у більшості випадків мали отвори діаметром 5–8 мм, або ж довгасті – 3,75–4,50 мм.

Для сепарування використовували зерносепаратори повітряно-решітної дії, продуктивністю до 10 т/год та з комплектом робочих органів і аспіраційним каналом.

У виробничий перевірці були задіяні гібриди кукурудзи селекції ДУ ІЗК НААН – ДН Патріот і ДН Деметра, вирівняність насіння цих гібридів до сепарування в господарстві становила 70–80 %.

Результати та обговорення. Встановлено вплив різних способів сепарування на вихід і вирівняність насіння – одностадійного (контроль) і двостадійного (новим). За одностадійного способу сепарування отримували насіння з вирівняністю 81–90 %, за двостадійного з вирівняністю 91 % і більше (табл. 1).

Насіння з різною вирівняністю перевіряли у польових дослідках, що проводили у господарстві. Встановлено, що за вирівняності 81–90 % знижувались наступні показники: дружність сходів на 5–13 %, польова схожість – на 3–4 %, період «сівба – повні сходи» – на 3–4 %. Отже за двостадійного способу сепарування отримували більш якісний посівний матеріал порівняно з одностадійним способом.

Результати виробничої перевірки виявили суттєвий техніко-економічний ефект від нового способу сепарування. За рахунок двостадійного сепарування продуктивність зерносепараторів збільшувалась на 15–20 %, витрати електроенергії зменшувались на 6–8 % (табл. 2). Продуктивність підвищувалась

Таблиця 1. Вирівняність насіння гібридів кукурудзи та його вплив на польову схожість та тривалість періоду «сівба – повні сходи» (2018–2020 рр.)

Вирівняність, %	Дружність сходів, %	Схожість польова, %	«Сівба – повні сходи», діб
91 і більше	80–85	86–91	10–12
81–90	73–80	82–88	13–16
80 і менше	65–75	80–85	15–23

Таблиця 2. Техніко-економічна ефективність нового двостадійного способу сепарування насіння гібридів кукурудзи (2018–2020 рр.)

Показник	Одиниця виміру	Контроль	Новий спосіб
Об'єм насіння	т	50	50
Вихід готової продукції:	т		
I фракція	т	20	22
II фракція	т	25	20
III фракція	т	5	8
Тривалість сепарування	годин	6,25	5,0
Продуктивність сепарування	т/год	8	10
Витрати електроенергії:			
за одну годину	кВт	25	23,0
всього	кВт/год	156,3	115,0
Вартість електроенергії:			
за одну годину	грн	55,4	51,0
всього	грн	346,3	255,0
Економічний ефект:			
на одну тону	грн	–	1,8
всього	грн	–	91,3

Таблиця 3. Якість посівного матеріалу гібридів кукурудзи залежно від способу сепарування (виробничий дослід), 2018–2020 рр.

Показник якості	Одиниця виміру	Спосіб сепарування	
		контроль	новий
Об'єм насіння	т	2,0	2,0
Схожість:			
за стандарт-методом	%	95	97
холодний тест	%	80	86
польова	%	78	85
Площа посіву	га	11,1	11,1
Врожайність зерна	т/га	6,8	7,9
Валовий збір зерна	т	75,48	87,69
Вартість зібраного зерна:			
всього	грн	513264	596292
з 1 га	грн	46240	53720
Витрати на вирощування, збирання, доробку:			
всього	грн	176434,5	190276,2
на 1 га	грн	15895	17142
на 1 т	грн	2338	2170
Прибуток:			
всього	грн	336829,5	406015,8
з 1 га	грн	30345	36578
чистий прибуток з 1 га	грн	-	6233

за рахунок першої стадії сепарування, на якій суміш розподілялась і отримувалась більш вирівняний насіннєвий матеріал. Сепарування такого матеріалу здійснювалось швидше та з меншими енергозатратами. Внаслідок зменшення енерговитрат економічний ефект становив 91,3 грн при сепаруванні насіння гібридів кукурудзи обсягом 50 т, на 1 т насіння ефект складав – 1,8 грн.

Також при перевірці встановлена покращена якість посівного матеріалу, отрима-

ного в результаті двостадійного сепарування. За його сівби підвищувалась польова схожість насіння, складались кращі показники росту і розвитку рослин, збільшувалась їх продуктивність та врожайність зерна (див. табл. 3).

Виходячи з техніко-економічної ефективності нового двостадійного способу сепарування розроблені схеми калібрування гібридів кукурудзи та встановлено число фракцій (табл. 4).

Таблиця 4. Схеми калібрування насіння гібридів кукурудзи залежно від їх вирівняності та способів сепарування

Спосіб сепарування	Вирівняність насіння, %	Кількість посівних груп	Фракція	Типорозмір фракцій
Одно-стадійний	81% і більше	одна	1	Схід верхнього сита
			2	Схід нижнього сита
			3	Прохід нижнього сита
Дво-стадійний	80% і менше	дві (А+Б)	1	А – схід верхнього сита
			2	А – схід нижнього сита
			3	А – прохід нижнього сита
			4	Б – схід верхнього сита
			5	Б – схід нижнього сита
			6	Б – прохід нижнього сита

Схеми дозволяють проводити сепарування насіння гібридів кукурудзи з врахуванням їх вирівняності та з отриманням різного числа посівних фракцій.

Висновки. У технологіях післязбиральної обробки та передпосівної підготовки рекомендується застосовувати двостадійний спосіб сепарування, який полягає у розділенні суміші насіння на дві посівні групи з наступним виділенням з них потрібного числа фракцій. Сепарування здійснюється на

плоских ситах з типорозміром отворів залежно від форми насінини.

За рахунок двостадійного сепарування збільшувалась продуктивність зерносепараторів на 20 %, зменшувалась питома витрата електроенергії на 8 %. Загальний економічний ефект складався у вигляді економії енерговитрат обсягом 1,8 грн на кожній тонні насіння. Також від сівби насінням високої якості чистий прибуток становив 6233 грн з 1 га.

Використана література

1. Кирпа Н. Я., Скотарь С. А., Рослик А. А. Аэродинамическое сепарирование зерновых масс. *Хранение и перераб. зерна*. 2014. № 3 (180). С. 44–46.
2. Podpryatov G. I. et al. Quantity of impurities and completeness of cleaning the grain mass of maize at different technologies post-harvest handling. *Науковий журнал. «Рослинництво та ґрунтознавство»*, 2017, №. 235. Р. 233–241.
3. Кирпа М. Я. Обґрунтування та вдосконалення прийомів очищення-сортування насіння кукурудзи. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН*. Дніпропетровськ, 2002. № 18–19. С. 83–87.
4. Кирпа М. Я., Скотар С. О. Способи сепарування насіння кукурудзи та його якість. *Вісн. ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2013. № 15. С. 205–212.
5. Vakoje O. N., Baoua I. B., Seyni H., Amadou L., Murdock, and D. Baributsa L. L. Quality of maize for sale in markets in Benin and Niger. *J Stored Prod Res*. 2017. Vol. 71. P. 99–105. DOI: 10.1016/j.jspr.2017.02.001
6. Кирпа М., Kovalov D., Skotar S., Bazilieva Y., Lupitko, O. Seed harvesting properties of corn hybrids under two-stage separation, *Agriculture (Pol'nohospodbrstvo)*, 2020. Vol. 66, №. 3, P. 118–127.
7. Кирпа М. Я., Скотар С. О. Особливості сепарування зерна кукурудзи. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН*. 2007. № 30. С. 127–132.
8. Алієв Е. Б. Критерії оцінки якості процесу сепарації насіннєвої суміші. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин.*, 2018. № 48. С. 170–176. DOI: 10.32515/2414-3820.2018.48.170-176

References

1. Kyrpa, M., Skotar, S., Roslyk, A. (2014). *Aerodynamicheskoye separirovaniye zernovykh mass* [Aerodynamic separation of grain masses]. *Storage and processing of grain*. 3 (180). 44–46. [in Russian]
2. Podpryatov, G. et al. (2017). Quantity of impurities and completeness of cleaning the grain mass of maize at different technologies post-harvest handling. *Roslynnystvo ta gruntoznavstvo* [Crop and soil science]. 235. 233–241. [in Ukrainian]
3. Kyrpa, M. (2002) Substantiation and improvement of methods of cleaning-sorting corn seeds. *Bulletin Institutu zernjvgo gospodarstva UAAN* [Bulletin of the Institute of Grain Management UAAS]. 18–19. 83–87. [in Ukrainian]
4. Kyrpa, M., Skotar S., (2013). Methods of separation of corn seeds and its quality. *Visnyk TSNZ APV Kharkivskoi oblasti* [Announcer CSS AIP Kharkiv region]. 15. 205–212. [in Ukrainian]
5. Bakoye, O. N., Baoua, I. B., Seyni, H., Amadou, L., Murdock, and D. Baributsa, L. L. (2017). Quality of maize for sale in markets in Benin and Niger. *J Stored Prod Res*. 71. 99–105. DOI: 10.1016/j.jspr.2017.02.001
6. Kyrpa, M., Kovalov, D., Skotar, S., Bazilieva, Y., Lupitko, O. (2020). Seed harvesting properties of corn hybrids under two-stage separation, *Agriculture (Pol'nohospodǎrstvo)*, 66, 3, 118–127.
7. Kyrpa, M., Skotar, S. (2007). Features of separation of corn grain. *Bulletin Institutu zernjvgo gospodarstva UAAN* [Bulletin of the Institute of Grain Management UAAS], 30. 127–132. [in Ukrainian]
8. Aliev, E. (2018). Criteria for assessing the quality of the seed mixture separation process. *Konstruyuvannya, vyrobnystvo ta ekspluatatsiya cilskohospodarskyh maschyn* [Design, manufacture and operation of agricultural machinery]. 48. 170–176. DOI: 10.32515/2414-3820.2018.48.170-176. [in Ukrainian]

DC 633.15:631.527.5.562:338.432

Kovalov D. V., Fedorenko E. M. Economic efficiency of two-stage separation of maize hybrid seeds. *Grain Crops* 2022. 6. 1. 64–68.

SE Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences, 14 Volodymyr Vernadskyi St., Dnipro, 49009, Ukraine

Topicality. During harvest and post-harvest processing, maize seeds are a mixture that consists of seeds of different quality, size, and weight. Therefore, it is necessary to separate the seeds, i.e. divide the mixture into separate homogeneous fractions. The number of fractions varies depending on the evenness of the mixture and separation methods. **Aim.** To establish the pattern of fractional separation of maize hybrid seeds, develop methods for their cleaning and sorting in post-harvest processing technologies, and calculate the economic efficiency of a new two-stage separation method. **Materials and methods.** In the experiments, we used maize hybrids developed by the Institute of Grain Crops of the NAAS, which were separated on sieves with round and oblong holes. The two-stage separation method was as follows: the first stage, the sieve of grain separator in the throughs and tailing mode separates the mixture into two groups of seed (the sieve holes with a diameter of 8–9 mm or oblong holes with a width of 5.5–6 mm and a length of 20 mm); the second stage, a grain separator (one or two) sorts each group into a given number of seed fractions (the sieve holes with a diameter of 5–8 mm or oblong holes with a width of 3.75–4.50 mm). **Results.** Our research has determined the features of separation of the studied hybrid seeds according to various traits and methods. Firstly, the field germination of the seed fractions selected on the trait of seed width was higher compared to seeds selected on the trait of seed thickness. Secondly, separation on the trait of seed thickness is effective only for increasing seed uniformity. The new two-stage separation method was tested in the Research Farm LLC Agrofirma ART Zolotoi Kolos (Dnipropetrovsk region) during separation of maize hybrid seeds harvested in 2018–2020. As a result of fractional separation by a new method, it was obtained the standard seeds of maize hybrids with a germination rate of 95–96 %, a growth rate of 85–90 % without any seed injury.

Conclusions. In the technologies of post-harvest processing and pre-sowing preparation, it is recommended to use a two-stage separation method when the seeds are divided into two sowing groups with further separation into the required number of fractions. Separation is carried out on flat sieves with a size of holes depending on the shape of the seeds. The productivity of grain separators increased by 20 %, and the specific energy consumption decreased by 8 % due to the two-stage separation. The overall economic effect was in the form of energy savings of UAH 1.8 per ton of seeds. In addition, the net profit from sowing with high-quality seeds was 6,233 UAH per 1 ha.

Key words: maize, hybrids, separation, field germination, economic efficiency.