

СПОСОБИ СЕПАРУВАННЯ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ ТА ЙОГО ЯКІСТЬ

Кирпа М.Я., Скотар С.О.

Інститут зернового господарства УААН

Визначено фізико-механічні властивості насіння гібридів і самозапилених ліній кукурудзи, як об'єктів сепарування. Встановлено ознаки і способи розділення зернової маси, з'ясовано, що для сортування-калібрування найбільш ефективним є спосіб сепарування за параметрами ширини і питомої маси зернівки.

насіння кукурудзи, фізико-механічні властивості, способи сепарування, посівні фракції, якість

Сепарування насіння кукурудзи є важливою технологічною операцією в процесах його післязбиральної і передпосівної обробки. За допомогою сепарування насіння очищають від домішок, сортують за якістю, калібрують за розміром.

Відомі різні способи сепарування насіння, які побудовані на різних техніко-технологічних ознаках розділення зернових мас [1]. Найбільшого поширення набули способи розділення зернових мас за лінійним розміром, парусністю, питомою масою. Ці способи є основними і виконуються за допомогою ситових зерносепараторів, аспіраційних колонок, гравітаційних пневмосортувальних столів.

До інших способів належить сепарування за формою і характером поверхні насіння, його пружністю, кольором, електромагнітними властивостями тощо. Їх застосовують для обмеженої кількості культур, які звичайно важко просепарувати основними способами.

Відоме також сепарування, головним чином кукурудзи, спрямоване на формування фракцій з правильною геометрією зернівки, тобто оптимальною довжиною, товщиною, шириною [2]. Однак у практиці цей спосіб не набув широкого застосування у зв'язку з складністю виконання.

Незважаючи на різноманіття способів, їх вплив на якість насіння кукурудзи вивчено недостатньо. Не з'ясовано особливості впливу окремих ознак розділення зернових мас на ефективність зерносепарації, не визначено посівні і врожайні властивості фракцій, сформованих за різними ознаками. Не встановлено оптимальний режим сортування-калібрування залежно від фізико-механічних й біологічних властивостей насіння гібридів і ліній кукурудзи.

МЕХАНІЗАЦІЯ ТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ
MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION

У зв'язку з цим **метою роботи** було визначити фізико-механічні властивості різних форм кукурудзи (гібридів і самозапилених ліній) як об'єктів сепарування, встановити способи їх сортування-калібрування, підвищуючи при цьому якість та продуктивність насіння.

Методика та вихідний матеріал. Методика дослідів базувалась на використанні чинних стандартів, методичних рекомендацій, інструкцій які діють у сфері сертифікації насіння кукурудзи. Норми його якості та придатність до сівби визначали за ДСТУ 2240-93 [3]. Посівні якості – енергію проростання, схожість та масу 1000 зерен визначали за методами ДСТУ 4138–2002 [4]. Решетний аналіз насіння за лінійними розмірами проводили на лабораторному розсіві РЛУ-1, укомплектованому набором сит різного діаметру, за питомою масою – на повітряному класифікаторі КСП-1. Лінійні розміри зернівки та її щільність досліджували за Е. Д. Казаковим [5]. Міцність зернівки кукурудзи встановлювали за методикою Інституту зернового господарства на гідравлічному пресі. Польові досліди закладали згідно методик проведення дослідів з кукурудзою [6,7]. Вихідним матеріалом слугувало насіння гібридів та самозапилених ліній кукурудзи селекції ІЗГ УААН.

Результати і їх обговорення. У дослідях встановлено фізико-механічні показники і параметри насіння різних форм кукурудзи, які тісно пов'язані з їх сепаруванням (табл. 1).

Таблиця 1. Фізико-механічні показники і параметри насіння гібридів і самозапилених ліній кукурудзи порівняно з відомими (2002–2007 рр.)

Показники зерна	Одиниця виміру	Параметри			
		гібриди *	самозапилені лінії*	гібриди **	самозапилені лінії**
Лінійний розмір, в т.ч.					
- довжина	мм	6,2–13,9	5,9–12,2	6,1–14,0	5,4–12,0
- ширина	мм	4,8–11,6	4,5–10,5	5,1–11,7	4,3–10,0
- товщина	мм	3,1–10,8	3,0–9,7	3,5–10,9	3,1–9,9
Площа зовнішньої поверхні	см ²	1,08–4,94	0,87–3,31	–	–
Маса 1000 зерен	г	170–410	140–280	231,5–404,4	175,4–299,1
Щільність	г/см ³	1,1–1,5	0,9–1,3	1,18–1,45	1,10–1,32
Пористість	%	10–22	13–25	–	–
Міцність	кгс	1,6–2,2	1,1–1,8	1,4–2,5	1,1–1,8
Швидкість зависання у повітряному потоці, критична	м/с	9–17	6–15	–	–
Кут відкосу (скочужання)	град.	30–35	28–35	–	–
Кут тертя	град.	13	12	–	–
Маса об'ємна (натура)	г/л	700–800	550–750	750–800	580–760
Форма		Продовгувато-видовжена, округла			

Примітки: * Дані дослідів М. Я. Кирпи [1]; ** Експериментальні дані досліджень.

Виявлено, що за рядом фізико-механічних показників, насіння гібридів відрізняється від самозапилених ліній. Так, у переважній більшості зразків насіння самозапилених ліній було дрібнішим і легшим порівняно з гібридами: зокрема лінійні розміри зернівки менші на 9,2–15,7%; маса 1000 зерен нижча на 24,2–26,0%. Відрізнялись форми і за будовою зернівки – її консистенція у ліній була менш щільна (на 6,8–9,0%) та більш м'яка (на 21,4–28,0%) як у гібридів. Тому і міцність насіння самозапилених ліній була суттєво нижчою порівняно з гібридами. За показником натури, який характеризував відношення маси до об'єму, самозапилені лінії поступались гібридам на 5,0–22,7%.

Необхідно також відмітити широкі межі коливань більшості відмічених показників, які варіювали від 1,2 до 3,2 разів. Така мінливість свідчить про значну різноякісність насіння кукурудзи залежно від біологічних і сортових особливостей генотипу гібридів і самозапилених ліній, їх агрокліматичних умов вирощування, технологій збирання, післязбиральної і передпосівної обробки.

Серед досліджуваних фізико-механічних показників особливе значення для сепарування має розмір зернівки – її довжина, ширина, товщина, а також рівень кореляції цих розмірів з масою 1000 зерен. У досліді отримано достовірно різну кореляційну залежність між масою та лінійними розмірами зернівки, а саме з шириною зернівки на рівні $r = 0,87$, довжиною та товщиною $r = 0,73$ і $0,61$ відповідно. Найбільша ступінь варіювання серед лінійних розмірів складалася за шириною зернівки, найменша – за її довжиною та товщиною. Отже, сепарування за будь-яким розміром зернівки призводить до формування фракцій з різною масою 1000 зерен. При цьому фракцію з найбільшою чи найменшою масою 1000 зерен можна отримати внаслідок сепарації переважно за шириною зернівки.

Підтвердженням цього є результати дослідження характеру варіації між параметрами лінійних розмірів та фракціями у розрізі гібридів і ліній (табл. 2). У дослідженнях найбільш варіабельним виявилось співвідношення фракцій “дрібна-крупна” за ознакою “ширина зернівки” у якій відношення становило 23,6-28,4% залежно від особливостей гібридів та ліній.

Відношення фракцій “середня-дрібна” та “крупна-середня”, виділеними за ознакою ширина зернівки, варіювало в межах 13,5-16,4% і 11,2-12,9% відповідно, тобто між крупною і середньою фракціями різниця була найменшою.

Співвідношення фракцій, сформованих за іншими ознаками сепарування, складалось по різному. Так, серед фракцій, сформованих за параметрами довжини і товщини зернівки, найбільш варіабельною була група “дрібна-крупна”. Інші ж групи, такі як “крупна-середня”, “середня-дрібна” мали мінливий характер варіації, без чіткої закономірності між собою.

Рівень і характер варіації між окремими фракціями залежав також від генотипу кукурудзи. При цьому особливості варіації передавались від самозапиленої лінії (материнської форми) до гібрида.

МЕХАНІЗАЦІЯ ТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ
MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION

У цілому досліджувані ознаки сепарування мали різний характер мінливості. Ширина зернівки є більш мінливою ознакою, співвідношення фракцій за нею становило в межах 11,2-28,4%. Співвідношення за товщиною зернівки складало 1,7-19,7%, за довжиною відповідно 0-11,8%.

Таблиця 2. Варіація між фракціями насіння кукурудзи залежно від ознак сепарування, % (2002–2004 рр.)

Співвідношення фракцій	Варіація між фракціями за ознаками зернівки		
	довжина	ширина	товщина
Гібрид Кадр 267 МВ			
Крупна – середня	5,0	11,9	12,1
Середня – дрібна	0	14,9	8,6
Дрібна – крупна	5,0	28,4	19,7
Гібрид Дніпровський 337 МВ			
Крупна – середня	0,9	11,2	5,0
Середня – дрібна	5,4	15,7	3,5
Дрібна – крупна	4,5	23,6	8,3
Гібрид Кадр 443 СВ			
Крупна – середня	0,1	11,6	3,3
Середня – дрібна	2,8	15,5	1,7
Дрібна – крупна	3,7	25,3	5,0
Самозапилена лінія ДК 366 МВ			
Крупна – середня	4,4	12,9	3,5
Середня – дрібна	4,6	13,5	3,5
Дрібна – крупна	8,9	24,7	2,0
Самозапилена лінія ДК 437 ЗМ			
Крупна – середня	4,3	11,2	4,8
Середня – дрібна	7,9	16,4	11,1
Дрібна – крупна	11,8	25,8	6,7

Отже, застосування способу сепарування за ознакою “ширина зернівки” дозволяє досягти більшої варіабельності фракцій, виділити насіння з різною крупністю, масою 1000 зерен, схожістю, продуктивністю. Це може бути особливо ефективним при сепаруванні насіння кукурудзи в режимах сортування-калібрування.

Для сортування-калібрування насіння кукурудзи за ознакою ширини зернівки були використані сортувальні решета з круглими отворами діаметром 10–5,5 мм. В результаті отримували 3 посівні фракції: крупну, середню, дрібну (табл. 3). До крупної фракції відносили насіння сходом з решета з отворами 9–10 мм та вмістом 12,3–15,1% від загальної маси; до середньої – сходом – 7–8 мм та вмістом 67,3–73,5%; до дрібної – сходом – 5,5–7 мм та вмістом 13,4–27,1% залежно від гібридів і ліній кукурудзи.

**МЕХАНІЗАЦІЯ ТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ
MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION**

Окрім показників лінійного розміру насіння кукурудзи сепарували також за ознакою “питома маса” зернівки. Для кожного гібрида масу підбирали індивідуально залежно від щільності зернівки. При сепаруванні насіння за питомою масою було отримано три фракції: важку ($> 1,225$) із виходом 31,6–48,6%, середньоважку (1,225–1,195), вихід – 26,4–40,0% та легку ($< 1,195$), вихід 25,0–28,4%.

Таблиця 3. Характеристика фракцій насіння гібридів та самозапилених ліній кукурудзи (2005–2007 рр.)

Фракція	Характеристика фракцій					
	Типорозмір сортувального решета, мм			Вихід, %		
	Гібриди, від – до	Лінії, від – до		Гібриди, середнє	Лінії, середнє	
		чоловіча форма	материнська форма		чоловіча форма	материнська форма
Крупна	Ø 9–10	Ø 9	–	12,3	15,1	–
Середня	Ø 7–9	Ø 7–8	Ø 7–9	73,5	67,3	72,5
Дрібна	Ø 5,5–7	Ø 5,5–7	Ø 5,5–7	13,4	17,5	27,1

Отримані за розміром і питомою масою посівні фракції мали різні фізико-механічні властивості. Так, насіння третьої посівної фракції знижувало масу 1000 зерен, міцність та щільність порівняно з іншими та посівною групою. Особливо знижувались міцність і щільність насіння при відборі дрібного за шириною зернівки та легкого за питомою масою. Зафіксовано також залежність об’єму однієї зернівки від її маси, а саме із збільшенням об’єму підвищувалась маса 1000 зерен. У межах різних фракцій коливання об’єму зернівки становило 38,0–98,6 мм³ (сепарування за ознакою її ширини), 50,8–56,1 мм³ (сепарування за товщиною), 10,9–40,8 мм³ (сепарування за питомою масою).

Деяко іншими виявились результати сепарування за ознакою товщини зернівки. Так, насіння середньої фракції характеризувалось більшою масою 1000 зерен та об’ємом, порівняно навіть з крупною. Це є доказом того, що крупність насіння кукурудзи більшою мірою пов’язана з шириною зернівки і значно меншою з її товщиною чи довжиною.

Посівні та врожайні властивості насіння кукурудзи також змінювались залежно від його крупності, способу сепарування і посівної фракції (табл. 4). При сепаруванні за ознаками ширини і питомої маси зернівки отримували три різноякісні посівні фракції. Серед них найнижчу якість мало насіння третьої фракції (дрібне і легке) у якого схожість знижувалась при стандартному пророщуванні на 7–16%. При сепаруванні за ознакою товщини зернівки отримували посівні фракції, близькі за якістю. Межі ко-

МЕХАНІЗАЦІЯ ТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ
MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION

ливань лабораторної схожості насіння усіх трьох фракцій становили 2–5%.

У польових дослідах якість насіння кукурудзи також була різною залежно від посівних фракцій і погодно-кліматичних умов року. Так, польова схожість крупної і середньої фракції, отриманих при сепаруванні за ознакою “ширина зернівки”, була вище на 8–10%, а врожайність – на 10,1–11,2% (0,74–0,84 т/га) порівняно з дрібною. Насіння крупної і середньої фракції між собою практично не відрізнялось.

Таблиця 4. Схожість і врожайність насіння гібрида Дніпровський 337 МВ залежно від різних способів сепарування (2003–2005 рр.)

Ознака сепарування	Фракція	Лабораторна схожість, %	Польова схожість, %	Врожайність, т/га
Ширина зернівки	крупна	92	61	7,48
	середня	90	59	7,38
	дрібна	83	51	6,64
Товщина зернівки	крупна	91	58	7,13
	середня	86	58	7,03
	дрібна	89	59	7,14
Питома маса	важка	96	65	7,91
	середньоважка	96	62	7,56
	легка	80	40	5,79
НР ₀₅ , для: ознак сепарування фракцій взаємодії “ознак сепарування – фракцій”				0,36–0,51
				0,36–0,51
				0,62–0,88
Р, %				3,04–4,69

При сепаруванні за ознакою “питома маса” також отримані посівні фракції насіння високої якості – важку і середньоважку. За польовою схожістю насіння важкої фракції перевищувало крупну (за шириною зернівки) на 4%, за врожайністю – на 5,7% (0,43 т/га). Середньоважка і середня (за шириною зернівки) були за якістю, практично, рівнозначні. Проте легка, сформована за питомою масою фракція, виявилась найменш якісною, порівняно навіть з дрібною польова схожість знижувалась на 11%, врожайність – на 12,8% (на 0,85 т/га).

Сепарування за ознакою “товщина зернівки” призводило до формування трьох посівних фракцій, рівнозначних за якістю. Коливання польової схожості між такими фракціями складало до 1%, врожайності – в межах 0,01–0,11 т/га.

Встановлені нами закономірності щодо процесу сортування-калібрування насіння кукурудзи підтверджувалось також на прикладі гібридів Дніпровський 181 СВ, Білозірський 295 СВ, Дар 347 МВ, Кодацький 442 СВ. Зокрема, при сепаруванні гібрида Дар 347 МВ отримували три фракції з різними посівними і врожайними властивостями (табл. 5).

**МЕХАНІЗАЦІЯ ТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ
MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION**

Таблиця 5. Посівні якості та врожайні властивості насіння гібрида Дар 347 МВ залежно від різних способів сепарування, насіння протруєне (2008-2009 рр.)

Ознака сепарування	Фракція	Вихід, %	Маса 1000 зерен, г	Лабораторна схожість, %	Польова схожість, %	Врожайність, т/га
Посівна група			197,4	94	80	5,99
Ширина зернівки	крупна	13,2	265,5	98	85	6,61
	середня	78,6	199,1	96	86	6,55
	дрібна	8,2	140,6	91	76	4,84
Товщина зернівки	крупна	13,1	241,8	92	82	6,20
	середня	65,9	248,8	94	82	6,28
	дрібна	21,0	173,0	92	80	6,01
Питома маса	важка	31,6	219,7	96	87	6,68
	середньо-важка	40,0	197,7	94	86	6,53
	легка	28,4	178,3	89	73	4,74
НІР ₀₅ , для: ознак сепарування						0,11–0,16
фракцій						0,11–0,16
взаємодії “ознак сепарування – фракцій”						0,20–0,27
P, %						1,19–1,44

Як видно з таблиці, вихід найбільш якісних фракцій цього гібрида при сепаруванні залежав від його способу та становив 91,8% (за шириною зернівки), 79% (за товщиною), 71,6% (за питомою масою). При сівбі такими фракціями польова схожість насіння підвищувалась на 5–7%, врожайність зерна – на 0,54–0,69 т/га. Зниження польової схожості від сівби дрібним та легким насінням складало 9–14%, врожайності зерна 1,71–1,94 т/га порівняно з крупнішим.

Висновки. У процесі сепарування насіння гібридів і самозапилених ліній кукурудзи необхідно враховувати перш за все основні техніко-технологічні ознаки розділення зернових сумішей – лінійний розмір зернівки, її крупність, масу 1000 зерен, питому масу. Спосіб сепарування за цими ознаками впливає на вихід насіння, його посівні і врожайні властивості. Вибір способу залежить ще від мети зерносепації. При сепаруванні в режимах сортування-калібрування найбільш ефективним є спосіб розділення зернової маси за шириною і питомою масою зернівки, який забезпечує вихід високоякісного насіння в межах 72-92% залежно від гібрида чи самозапиленої лінії. При сепаруванні в режимах очищення ефективним є також розділення за ознакою товщини і довжини зернівки з метою відбору важковідокремлюваних домішок.

Число посівних фракцій, отриманих в режимах сортування-калібрування, може залежати від вирівняності та сортових особливостей насіння кукурудзи – у разі високої вирівняності (80% і більше) фракції крупного і середнього за розміром насіння допускається об'єднувати.

Список використаних джерел

1. *Кирпа М. Я.* Обґрунтування та вдосконалення прийомів очищення-сортування насіння кукурудзи / М. Я. Кирпа // Бюлетень Інституту зернового господарства / УААН. – Дніпропетровськ, 2002. – № 18–19. – С. 83–87.
2. *Макрушин Н. М.* Семеноводство зерновых культур на промышленной основе / Н. М. Макрушин. – М. : ВНИИТЭИСХ, 1979. – 64 с.
3. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови : ДСТУ 2240-93 [Чинний від 1994-07-01]. – К. : Держстандарт України, 1994. – 73 с. – (Держстандарт України).
4. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості : ДСТУ 4138-2002 [Чинний від 2004-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2003. – 173 с. – (Держспоживстандарт України).
5. *Казakov Е. Д.* Методы оценки качества зерна / Е. Д. Казаков. – М. : Агропромиздат, 1987. – 215 с.
6. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой ; подгот. Д. С. Филев, В. С. Циков, В. И. Золотов [и др.]. – Днепропетровск, 1980. – 56 с.
7. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою : методичні рекомендації ; підгот. Є. М. Лебідь, В. С. Циков, Ю. М. Пашенко [та ін.]. – Дніпропетровськ, 2008. – 27 с.

Виявлені фізико-механічні властивості насіння гібридів і самоопиляючих ліній кукурудзи, як об'єктів сепарування. Встановлено ознаки і способи розділення зернової маси, визначено, що для сортування-калібрування найбільш ефективним є спосіб сепарування за параметрами ширини і удільної маси зерновки.

Physical-mechanical properties of hybrids' seeds and self-fertilized lines of corn were revealed as separation objects. Features and ways of separation of grain mass were established, it is defined that the most effective for separation-calibration is the way of separation according to width and specific weight of corn seed.