

КРУПНІСТЬ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ ТА ЇЇ АГРОНОМІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

М.Я. Кирпа, С.О. Скотар
Інститут зернового господарства УААН

Охарактеризовані фізико-механічні властивості зерна кукурудзи як об'єкта сепарування, виявлено вплив крупності насіння гібридів і ліній кукурудзи на їх посівні і врожайні якості. Доведена ефективність сепарування насіння кукурудзи за ознакою «ширина зернівки», виділені найбільш повноцінні фракції, що підвищують схожість і врожайність кукурудзи. Встановлені особливості процесу калібрування та законмірності розподілу зернової маси на решетах різного типорозміру.

Кукурудза, насіння, гібриди і самозапилени лінії, крупність, сепарування, ознака «ширина та товщина зернівки»

В групі показників, що характеризують якість насіння, особливе місце займає його крупність. Вона має важливе значення в процесах післязбиральної обробки і зберігання насінневого матеріалу та підготовки його до сівби. Проте вплив крупності на якість оцінюється досить неадекватно, незважаючи на численні дослідження, проведені в цьому напрямку. Загалом результати всіх досліджень можна згрупувати на такі основні: збільшення крупності призводить до поліпшення посівних і врожайних властивостей насіння; існує певна градація крупності, в межах якої покращується якість; крупність не має вирішального впливу на якість насіння, особливо на його врожайність.

Такі різні результати, на нашу думку, спричиняються різними обставинами методологічного і технічного характеру, проявленими в процесі досліджень. Першим і досить принциповим є те, що ми на увазі під терміном «крупність». У насіннезнавстві її прийнято визначати лінійними розмірами та масою зернівки. Проте між цими показниками однозначної кореляції може не існувати, тобто крупне за лінійністю насіння не завжди є важким в силу різних факторів – виповненості і щільності зернівки, її хімічного складу. В дослідях Інституту зернового господарства УААН встановлено, що маса 1000 зерен в найбільш

шій мірі корелює з такою лінійною ознакою як «ширина зернівки». Для того, щоб виділити крупне насіння за цією ознакою, його слід просепарувати на решетах з круглими отворами. Якщо ж застосовувати різні решета (з круглими і продовгуватими отворами) то можна одержати неоднакові фракції за крупністю, розмірами, масою, а отже і якістю. Тобто різний підхід до формування насіння для досліджень міг призводити до значних методичних похибок і неадекватних висновків.

Другою принциповою обставиною є техніко-технологічна різноякісність насіння кукурудзи, його механічна травмованість і теплова тріщинуватість, яка може досягати 75-85% [1]. Встановлено, що різні за крупністю фракції отримують неоднакову ступінь ушкодження залежно від технології збирання і післязбиральної обробки. В одних випадках більшою мірою можуть травмуватись крупніші фракції, в інших – дрібніші, від чого їх якість змінюється по різному.

До третьої обставини слід віднести геометрію будови зернівки, яка визначається співвідношенням між її довжиною, шириною і товщиною. В дослідях, проведених з кукурудзою, виявлено, що у зерна з правильною геометрією спостерігається вища якість порівняно з надто крупним або дрібним [2].

Всі ці обставини неодмінно впливають на залежність між крупністю і якістю насіння, а отже, призводять до різних висновків. В зв'язку з цим метою роботи було виявити залежність між різними ознаками крупності та якістю насіння кукурудзи, розробити ефективні способи його сепарування та передпосівної обробки.

Методика дослідження включала вивчення процесу сепарування гібридів і самозапилених ліній кукурудзи в режимах їх сортування і калібрування, а також виявлення впливу різних фракцій на посівні якості і врожайні властивості насіння. Досліди проводили в дослідному господарстві «Дніпро» ІЗГ УААН, посівні якості насіння визначали за вимогами держстандарту ДСТУ 4138-2002, врожайні властивості – за агротехнічними методами [3-4].

В дослідях встановлено показники крупності та інші важливі фізико-механічні параметри, які характеризували насіння гібридів і самозапилених ліній кукурудзи в процесі їх сепарування (табл. 1). В середньому насіння самозапилених ліній було дрібнішим і легшим порівняно з гібридами, зокрема лінійні розміри менші на 8,6-22,7%, маса – на 17,7-31,7%, швидкість аеродинамічна – на 11,8-33,3%. Відрізнялась також будова зернівки – у ліній вона менш щільна (на 13,3-18,2%) та більш м'яка (на 18,2-31,2%) як у гібридів. Насіння ліній поступалось гібридам і за узагальнюючими показниками – об'ємної маси на 6,2-21,4%, площі зовнішньої поверхні на 19,5-33,0%.

Таблиця 1.

Фізико-механічні показники зерна гібридів і ліній кукурудзи

Показники зерна	Одиниця виміру	Параметри ^{x)}	Параметри ^{xx)}	
			гібриди	самозапилені лінії
1. Лінійний розмір, в т.ч.				
- довжина	мм	5,5-14,0	6,2-13,9	5,9-12,2
- ширина	мм	5,0-11,0	4,8-11,6	4,5-10,5
- товщина	мм	3,0-8,0	3,1-10,8	3,0-9,7
2. Площа зовнішньої поверхні	см ²	-	1,08-4,94	0,87-3,31
3. Маса 1000 зерен	г	265-450	170-410	140-280
4. Щільність	г/см ³	1,0-1,4	1,1-1,5	0,9-1,3
5. Пористість	%	5,0-23,0	10-22	13-25
6. Міцність	кгс	-	1,6-2,2	1,1-1,8
7. Швидкість зависання у повітряному потоці, критична	м/с	10-17	9-17	6-15
8. Кут скосу (скочування)	град	30-38	30-35	28-35
9. Кут тертя	град	13	13	12
10. Маса об'ємна	г/л	680-820	700-800	550-750
11. Форма	Продовгувато-видовжена, округла			

^{x)} Літературні дані [5-7].

^{xx)} Експериментальні дані дослідів [8].

Слід відмітити надзвичайно широкі межі коливань у більшості означених показників, які варіювали від 1,4 до 4,5 разів. Така мінливість ще раз свідчить про значну різноякісність насіння кукурудзи залежно від біологічних особливостей генотипу гібридів і самозапиленних ліній, їх агрокліматичних умов вирощування, технологій збирання, післязбиральної та передпосівної обробки.

За результатами наших досліджень встановлено, що насіння гібридів і ліній залежно від цих показників мало різну вирівняність (табл. 2).

Так, за даними решітного аналізу, до крупної фракції відносили насіння сходу решета з круглими отворами Ø 8; 9 мм, з частиною 11,8-24,1%; до середньої – схід решіт Ø 6-8 мм з часткою 63,7-74,7%; до дрібної – схід решіт Ø 5,5-7 мм з часткою 12,1-13,2% від загальної маси. Підбір решіт та вихід фракцій при цьому значно залежав від умов вирощування, особливостей підготовки та від генетичної відмінності гібриду чи лінії. З решітного аналізу видно, що основну частину насіння в гібридів складає середня та крупна фракції, у ліній – середня. Вихід крупної та дрібної фракцій у ліній становив майже однакову частину (11,8 та 13,2% відповідно).

Таблиця 2.

Решітний аналіз насіння гібридів
та самозапилених ліній кукурудзи, 2002-2004 рр.

Фракція	Характеристика фракцій			
	типорозмір сортувального решета, мм		вихід, %	
	гібриди, від - до	лінії, від - до	гібриди, середнє	лінії, середнє
Крупна	Ø 8-9	Ø 8-9	24,1	11,8
Середня	Ø 6; 7; 8	Ø 6; 7; 8	63,7	74,7
Дрібна	Ø 5,5; 6; 7	Ø 5,5-6	12,1	13,2

Одержані таким чином фракції відрізнялись між собою різними фізико-механічними властивостями і якістю зерна (табл. 3).

Таблиця 3.

Фізико-механічні властивості зерна різних фракцій
гібридів та самозапилених ліній кукурудзи, 2002-2004 рр.

Фракція	Маса 1000 зе- рен, г		Міцність зерні- вки, кгс		Щільність, г/см ³	
	гібриди	лінії	гібриди	лінії	гібриди	лінії
Крупна	361	276	1,8	1,6	1,23	1,24
Середня	300	228	1,8	1,5	1,22	1,22
Дрібна	236	162	1,6	1,4	1,20	1,18

Найбільш неповноцінною була дрібна фракція з нижчою масою, міцністю та щільністю зернівки порівняно з крупною і середньою фракціями. Так, маса 1000 зерен дрібної фракції знижувалась на 21,3-34,6% у гібридів і 28,9-41,3% – у самозапилених ліній в середньому за роки досліджень. Це свідчить про значний рівень кореляції між масою та шириною зернівки кукурудзи.

В розрізі окремих гібридів і самозапилених ліній також одержано значне зниження маси зерна дрібної фракції, виділеної на решетах з круглими отворами. У різних гібридів таке зниження складало в межах 20,7-36,5%, у ліній 23,5-43,2%. Суттєве зниження маси дрібної фракції зафіксоване також порівняно з посівною (несепарованою) групою зерна. Особливо знижувалась маса у крупнозерних форм кукурудзи, а саме у гібрида Кадр 443 СВ – на 26,4%, лінії ДК 437 зМ – на 32,8% порівняно з посівною групою.

В процесі сепарування важливе значення мають міцність і щільність зернівки. Вони повинні бути такими, щоб зернівка при інтенсив-

ній обробці витримувала значні механічні навантаження, залишалась цілою, не травмованою.

Як правило, міцність і щільність пов'язані між собою прямою залежністю, тобто із ущільненням зернівки підвищується її механічна стійкість та навпаки. В наших дослідах це також підтверджувалось – у зерна із щільністю 1,22-1,24 г/см³ міцність становила 1,5-1,8 кгс. При зниженні щільності на 2-4,8% міцність зменшувалася на 6,7-12,5%, що було зафіксовано у зерна дрібної фракції в порівнянні із середньою і крупною.

Зниження міцності і щільності зернівки дрібної фракції пов'язане, на нашу думку, із особливостями будови та хімічного складу кукурудзи. Так, крупне зерно містить відносно більше ендоспермової частини, де в основному знаходиться крохмаль. Оскільки крохмаль має вищу густину, ніж інші хімічні речовини (білок, жир), то це спричинює більшу щільність, а отже, і міцність зернівки. Звичайно, що таке припущення справедливе лише за умови збереження цілісності зернівки, її мінімального травмування та тріщинуватості.

В лабораторних і польових дослідах різні за крупністю фракції насіння мали неоднакову посівну якість. При цьому вплив окремих фракцій поєднувався із особливостями різних форм кукурудзи та умовами проростання насіння (табл. 4).

Таблиця 4.

Енергія проростання та схожість насіння гібридів і ліній кукурудзи залежно від посівних фракцій, 2002-2004 рр.

Фракція	Лабораторна оцінка, %				Польова оцінка схожості, %	
	енергії проростання		схожості			
	гібриди	лінії	гібриди	лінії	гібриди	лінії
Посівна група	96	87	97	93	65	48
Крупна	96	90	98	96	71	54
Середня	97	88	98	93	70	56
Дрібна	92	83	96	88	60	36

Так, в умовах лабораторного пророщування, насіння дрібної фракції гібридів знижувало енергію проростання на 4-5%, схожість – на 1-2%, samozapiлених ліній, відповідно, на 5-7 і 5-8%. В польових умовах зниження схожості від дрібної фракції вже складало для гібридів 10-11%, ліній – 18-20%.

Особливо знижувалась польова схожість дрібного насіння в не-

сприятливих умовах проростання. Так, із погіршенням умов у 2004 році (перезволоження ґрунту, низькі температури, поверхнева кірка, розвиток хвороб і шкідників) збільшувався період посів-сходи кукурудзи, польова схожість насіння дрібної фракції по всіх гібридах, в тому числі і гібрида Кадр 267 МВ, знижувалась на 10-19%.

В дослідях виявлена також особлива сортова реакція насіння окремих гібридів на процеси сепарування і калібрування. Наприклад, з числа різних гібридів (Кадр 267 МВ, Дніпровський 337 МВ, Кадр 443 СВ та інші), перший в найменшій мірі реагував на калібрування, якість насіння різних фракцій цього гібрида залишалась, на відміну від інших, майже однаковою.

Найбільш важливим показником якості насіння є його врожайність. В дослідях встановлено вплив генотипу та крупності насіння на його врожайні властивості (табл. 5). Так, зниження врожайності гібрида Кадр 267 МВ і його батьківської форми – самозапиленої лінії ДК 366 МВ – становило, відповідно 0,68-0,75 т/га і 0,34-0,65 т/га від сівби дрібним насінням. У гібридів Дніпровський 337 МВ, Кадр 443 СВ, а також лінії ДК 437 зМ встановлено більш значне зниження врожайності від дрібного насіння, яке складало 0,99-1,71 т/га (гібриди), і 1,32-1,56 т/га (лінія).

Таблиця 5.

Врожайність гібридів та самозапилених ліній кукурудзи залежно від їх посівних фракцій, 2002-2005 рр.

Фракції	Гібриди, врожай зерна, т/га			Лінії, врожай зерна, т/га	
	Кадр 267 МВ	Дніпровський 337 МВ	Кадр 443 СВ	ДК 366 МВ	ДК 437 зМ
Посівна група	4,88	5,26	5,91	1,90	2,48
Крупна	5,09	5,63	6,38	2,28	3,38
Середня	5,16	5,63	6,09	1,97	3,14
Дрібна	4,41	4,64	4,67	1,63	1,82
НІР ₀₅ , т/га, взаємодія по крупності	0,28-0,56	0,19-0,61	0,28-0,89	0,15-0,25	0,21-0,51
Р, %	2,19-4,07	1,93-3,83	2,51-3,66	2,61-3,55	4,12-4,50

Щодо різниці за врожайністю між крупною та середньою фракціями, то вона була мінімальною, як у гібридів (0,07-0,29 т/га), так і ліній (0,24-0,31 т/га). Слід зауважити, що у гібрида Дніпровський 337 МВ її взагалі немає. Отже, можна зробити висновок, що крупна та се-

редня фракції насіння мають близькі посівні та врожайні властивості, а дрібна призводить до значного зниження якості. При цьому слід зазначити, що такі результати можливі при сепаруванні насіння за ознакою «ширина зернівки». Враховуючи те, що для цього в практиці сепарування застосовують різні ознаки і решета, вони також вивчалися в наших дослідках.

Для цього було проведено модельований дослід, який складався з просіювання насіння на решетах з круглими отворами, одержання фракцій різної крупності, їх забарвлення, змішування і повторне просіювання, але вже на інших решетах.

В результаті першого просіювання на решетах з круглими отворами одержували три фракції за ознакою «ширина зернівки» – крупну, середню та дрібну. До середньої (основної) фракції належало насіння сходом з решет 8 і 7 мм, його вміст складав 76,9-86,6%.

Для того, щоб простежити, як буде середня фракція розширюватись на решетах з продовгуватими отворами, ми кожному із трьох фракцій забарвлювали в різний колір. Забарвлені фракції змішували і просіювали на решетах з продовгуватими отворами, в результаті одержали три фракції, але вже за ознакою «товщина зернівки».

В цьому досліді виявлено, що ознака «товщина зернівки» у гібридів кукурудзи є нестабільною і схильною до варіювання залежно від генотипу та особливостей формування і досягання насіння. Тому, при відборі крупної і середньої фракцій доводилось застосовувати різні решета залежно від гібридів і ліній – для першої з отворами 5-7 мм, другої – 4-4,5 мм. Лише в межах однієї фракції – дрібної – насіння було вирівняне за товщиною, тому типорозмір решета в процесі відбору був однаковий – 3,75 мм.

Решітний аналіз показав, що фракції насіння, сформовані за ознакою «товщина зернівки» містять приблизно однакову кількість зерна, виділеного за ознакою «ширина зернівки» (табл. 6). Особливо рівномірно розподілялась середня (основна) маса насіння, попередньо виділена на решетах діаметром 7 і 8 мм, різниця складала 3% (гібрид Кадр 267 МВ), 7,3% (Дніпровський 337 МВ), 11,5% (Білозірський 295 СВ), 13,6% (лінія ДК 744).

Отже, сепарування насіння кукурудзи на решетах з продовгуватими отворами призводить до формування фракцій різної крупності, проте вони вирівняні за ознакою «ширина зернівки». Внаслідок цього слід очікувати однакову якість насіння, тобто при сепаруванні за ознакою „товщина зернівки” проявляється ефект нівелювання якості фракцій, незважаючи на їх крупність.

Це знайшло підтвердження при проведенні польового дослідку на

прикладі гібрида Дніпровський 337 МВ (табл. 7). Особливості сепарування цього гібрида та фракції різної крупності впливали на посівні і врожайні властивості насіння.

Таблиця 6.

Решітний аналіз фракцій насіння кукурудзи,
одержаних за ознакою «товщина зернівки»

Фракції	Вміст фракцій, %		
	крупної, (Ø 9,0)	середньої, (Ø 8,0; 7,0)	дрібної, (Ø 6,0; 5,5)
гібрид Кадр 267 МВ			
Крупна, сх. 5,0	3,5	75,6	20,9
Середня, сх. 4,0	2,0	72,6	25,4
Дрібна, сх. 3,75	2,2	74,7	23,1
гібрид Дніпровський 337 МВ			
Крупна, сх. 5,0	8,5	77,4	14,1
Середня, сх. 4,0	2,9	84,2	12,9
Дрібна, сх. 3,75	0,0	76,9	23,1
гібрид Білозірський 295 СВ			
Крупна, сх. 7,0	7,7	92,3	0,0
Середня, сх. 4,5	4,5	86,3	9,2
Дрібна, сх. 3,75	7,5	80,8	11,7
самозапилена лінія ДК 744			
Крупна, сх. 6,5	24,8	75,2	0,0
Середня, сх. 4,5	8,6	78,4	13,0
Дрібна, сх. 3,75	9,8	88,8	1,4

Так, фракції, одержані за ознакою „ширина зернівки”, характеризувалися різними показниками лабораторної і польової схожості та врожайності. Особливо низькою була якість дрібної фракції, польова схожість насіння знижувалась на 8-10%, врожайність – на 0,64-0,84 т/га порівняно із середньою і крупною. Фракції за ознакою „товщина зернівки” були близькі між собою за схожістю насіння і врожайністю зерна. Проте їх схожість і врожайність були нижчими порівняно з крупними фракціями, отриманими на решетах з круглими отворами. Це пояснюється присутністю дрібної фракції, яка надійшла при сепаруванні за ознакою «ширина зернівки».

Уперше виявлені особливості сепарування насіння за різними ознаками дають можливість пояснити техніко-технологічні схеми сортування-калібрування кукурудзи, які застосовуються на практиці. Так, якщо технологічна схема закінчується сепаруванням на решетах з про-

довгуватими отворами (ознака „товщина зернівки”), то в цьому випадку слід очікувати на фракції з близькою якістю насіння, якщо ж з круглими (ознака „ширина зернівки”) – це фракції різної якості. На наш погляд, ця обставина могла значно впливати на результати калібрування і дослідження впливу окремих фракцій та крупності на якість насіння. Тобто в одному випадку могли бути висновки щодо рівнозначності окремих фракцій, в іншому – їх значної різноякісності.

Таблиця 7.

Схожість та врожайність гібрида Дніпровський 337 МВ залежно від ознаки сепарування насіннєвого матеріалу, 2003-2005 рр.

Ознака сепарування	Фракція	Схожість, %		Урожайність зерна, т/га
		лабораторна	польова	
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
НІР _{0,05} , т/га				
Фактор А – вплив калі бровки на різних решетах				0,38-0,46
Фактор В – вплив різних фракцій				0,46-0,56
Взаємодія факторів АВ				0,65-0,79
Р, %				3,09-3,52

Таким чином, виявлено вплив крупності зерна на посівні якості і врожайні властивості гібридів і ліній кукурудзи, встановлені особливості їх сепарування. Частка найбільш якісного насіння у підготовленій посівній групі кукурудзи складає 80-90%, для його відбору рекомендується сепарування в режимі сортування-калібрування за ознакою «ширина зернівки» та схід з решіт переважно діаметром отворів 7 мм. Сепарування за ознакою «товщина зернівки» рекомендується виконувати в режимі повторного очищення для виділення важковідокремлюваних домішок. Технологічну схему калібрування слід завершувати сепаруванням на решетах з круглими отворами – це дає змогу відібрати найбільш якісні посівні фракції. Агрономічне значення крупності позначається на проростанні і продуктивності рослин кукурудзи – підвищення польової схожості від крупної і середньої фракцій складало 8-11%, врожайності – 6-23% порівняно з дрібною і несепарованим насінням.

Бібліографічний список

1. *Курна М.Я.* Післязбиральна обробка і якість насіння кукурудзи // Бюл. Інституту зернового господарства. – Дніпропетровськ, 2001. – № 17. – С. 31-35.
2. *Макрушина Є.М.* Форма насіння як наслідок гармонійного розвитку материнського організму і показник його репродуктивних властивостей // Збірник наукових праць УААН. – К.: Аграрна наука, 1999. – С. 174-177.
3. ДСТУ 4138-2002. Насіння с.-г. культур. Методи визначення якості. – К., Держстандарт України. – 2003. – 173 с.
4. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой / Состав. Д.С. Филев, В.С. Циков, В.И. Золотов и др.; отв. И.Д. Ткалич, - Днепропетровск, 1980, - 54 с.
5. *Лебедев В.Б.* Промышленная обработка и хранение семян. – М.: ВО «Агропромиздат», 1991. – 255 с.
6. *Жемела Г.П., Мусатов А.Г.* Агротехнічні основи підвищення якості зерна. – К.: "Урожай", 1989. – 158 с.
7. *Кожуховский И.Е., Павловский Г.Т.* Механизация очистки и сушки зерна. – М.: «Колос», 1968. – 438 с.
8. *Курна М.Я.* Обгрунтування та вдосконалення прийомів очищення-сортування насіння кукурудзи // Бюл. Інституту зернового господарства. – Дніпропетровськ, 2002. – № 18-19. – С. 83-87.

Охарактеризованы физико-механические свойства зерна кукурузы как объекта сепарирования, выявлено влияние крупности семян гибридов и линий кукурузы на их посевные и урожайные качества. Доказана эффективность сепарирования семян кукурузы за признаком «ширина зерновки», выделены наиболее полноценные фракции, которые повышают всхожесть и урожайность кукурузы. Установлены особенности процесса калибрования, а также закономерности распределения зерновой массы на решетках различного типоразмера.

Physical-mechanical properties of corn seeds as a separation object have been characterized, influence of coarseness of the hybrid seeds and corn lines on their sowing and harvest qualities have been revealed. Efficiency of corn seed separation by sign "width of a corn seed" has been proved, the most valuable fractions that increase germination and the crop capacity have been marked.

Peculiarities of calibration process and also conformities of distribution of seed mass on the sieves of different type-size have been determined.