

ТЕМПИ ВОЛОГОВІДДАЧІ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ ПРИ ДОСТИГАННІ ГІБРИДІВ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ

С. С. Китайова, С. Г. Понуренко, Л. М. Чернобай, І. Б. Деркач
Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН

Авторами була розглянута вологовіддача зерна гібридів кукурудзи харківської селекції різних груп стиглості та виділено п'ять гібридів, стабільно кращих за стандарти за рівнем збиральної вологості зерна на фоні встановлення загальногрупових закономірностей вологовіддачі зерном при досягнанні, зумовлених різними темпами перебігу цього процесу і наявністю чітко виражених генотипових відмінностей опосередкованих впливом середовища в кожній з досліджених груп стиглості.

Кукурудза, гібрид, група стиглості, вологовіддача зерна, темпи вологовіддачі зерна

Проблема забезпечення зерном кукурудзи в Україні має вирішуватися в кількох напрямках: шляхом нарощування виробництва зерна за рахунок підвищення врожайності гібридів, їх адаптивності до стресових факторів середовища, а також розширення посівних площ та застосування сучасних технологій вирощування [1, 2].

На сьогоднішній день вологовіддача зерна стала одним з найважливіших факторів економічної ефективності вирощування кукурудзи. Так, за даними Т. Георгієва, сушка зерна кукурудзи до базисної норми (14 %) при 30 % збиральній вологості потребує більше затрат, ніж увесь комплекс робіт по вирощуванню [3].

Зниження вологості зерна поділяють на два етапи, які різним чином пов'язані з фізіологічними процесами досягання. Перший етап триває до завершення наливу зерна і характеризується зниженням вмісту вологи в зерні до 32-35 %. Другий етап переважно пов'язаний із фізичними процесами висихання зерна як капілярно-пористої гетерогенної структури. Зазвичай селекціонери намагаються досягти скорочення першого періоду, тобто прискорити темпи вологовіддачі, які на цьому етапі генетично детерміновані [4]. Вважають, що перебіг вологовіддачі зерном після досягнення фізіологічної стиглості не має чітко визначених генетичних факторів і на нього опосередковано впливає цілий ряд морфологічних ознак (кількість та щільність обгорток качана, діаметр стрижня качана, орієнтація качана у просторі) та біохімічний склад зерна (співвідношення борошністої та роговидної частин ендосперму) [4].

Тому метою нашого дослідження було проаналізувати темпи вологовіддачі зерном кукурудзи експериментальних гібридів різних груп стиглості.

Матеріал та методи досліджень. Дослідження проводили в 2012-2013 роках на базі Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Матеріалом для досліджень були 16 експериментальних гібридів різних груп стиглості, що виділились за комплексом цінних господарських ознак, та три гібриди-стандарти: Вимпел МВ, Донор МВ та Кредит МВ. Таким чином, вивчали чотири гібрида середньоранньої групи стиглості, 10 середньостиглої та п'ять гібридів середньопізньої групи стиглості.

Насіння зразків кукурудзи висівали ручними саджалками на дворядковій ділянці площею 9,8 м² з густотою 60 тисяч рослин на один гектар. Дослідження проводили в польових та лабораторних умовах за методичними рекомендаціями польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи [5].

Оцінку вмісту вологи у зерні проводили термостатно-ваговим методом [6]. Вологість зерна кожного гібрида визначали в період досягання шість разів через кожні

п'ять діб, починаючи з тридцятої доби після запилення. Середня проба формувалася з п'яти качанів.

Роки досліджень були контрастними за метеорологічними умовами. Серпень 2012 року характеризувався надмірною зволоженістю внаслідок зливових дощів. Вересень, навпаки, був досить посушливим. Кількість опадів склала 22 % від середніх багаторічних показників. Гідротермічні умови серпня 2013 року добре узгоджувалися з багаторічними показниками, в той час як у вересні спостерігалась надмірна кількість опадів (втричі вище за багаторічну) на фоні нижчої від середньої багаторічної температури.

Результати досліджень. Проведені дослідження дали змогу простежити динаміку вологовіддачі зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості, визначити мінливість вологості зерна гібридів в різні періоди дозрівання зерна (табл. 1). Для всіх гібридів, незалежно від групи стиглості та року випробування, фізіологічна стиглість, визначена за наявністю чорного (абсцизного) шару, була відмічена на 45 - 50 день після запилення. Майже всі гібриди на цей час мали вологість зерна 30-34 %, що добре узгоджується з літературними даними [6, 7].

Таблиця 1

Варіювання вологості зерна гібридів різних груп стиглості під час дозрівання зерна, 2012-2013 рр.

Кількість діб після запилення	Рік	Вологість зерна, %								
		середньорання група стиглості			середньостигла група стиглості			середньопізня група стиглості		
		мін.	макс.	сер.	мін.	макс.	сер.	мін.	макс.	сер.
30	2012	46,0	64,7	54,4	53,5	64,9	58,0	51,4	62,9	55,2
	2013	47,7	66,6	59,3	42,9	63,8	52,1	50,8	70,5	58,2
35	2012	40,7	54,0	47,1	45,6	60,4	51,6	42,1	53,9	47,5
	2013	43,3	54,3	49,2	38,9	51,9	46,4	44,6	52,3	47,3
40	2012	35,5	44,7	40,7	39,3	59,0	46,4	35,5	47,7	41,8
	2013	39,2	44,1	40,8	35,5	48,7	41,1	36,7	41,6	39,2
45	2012	30,5	39,3	35,4	34,8	55,0	41,7	32,3	44,4	38,2
	2013	31,8	35,9	34,1	30,9	46,9	36,4	28,6	37,9	33,9
50	2012	25,6	36,1	31,1	31,9	50,0	37,8	32,4	44,0	36,6
	2013	26,9	32,2	29,1	26,4	44,3	32,1	25,0	36,1	31,4
55	2012	20,8	34,6	27,7	30,7	46,0	34,7	29,9	42,6	35,5
	2013	24,1	29,2	25,8	22,6	40,8	28,4	24,0	35,0	29,7

У групі середньоранніх гібридів максимальна мінливість фенотипових значень вологості зерна у окремих гібридів спостерігалась на 30 добу після запилення і коливалась від 46,0 до 64,7 % у 2012 році та від 47,7 до 66,6 % у 2013 році (табл. 1, рис. 1). Надалі розмах вологості поступово зменшувався, причому в 2013 році ця тенденція зберігалась до кінця досліду, а в 2012 році на 50 день після запилення почав знову збільшуватись і на 55 день коливався від 20,8 до 34,6 %.

Середньогрупові значення вологості зерна, починаючи з 40 дня, майже не відрізнялися в різні роки.

У групі середньостиглих гібридів розмах мінливості фенотипових значень вологості зерна в обидва роки протягом всього строку досліду лишався на високому рівні (близько 20 %) (табл. 1, рис. 2). Абсолютні середньогрупові значення втрати вологи під час достигання зерна не відрізнялись за роками, дорівнюючи 23 %, але фактичні середні рівні вологості в 2012 році були на 6 % вищі, ніж у 2013 році під час всього строку досліду.

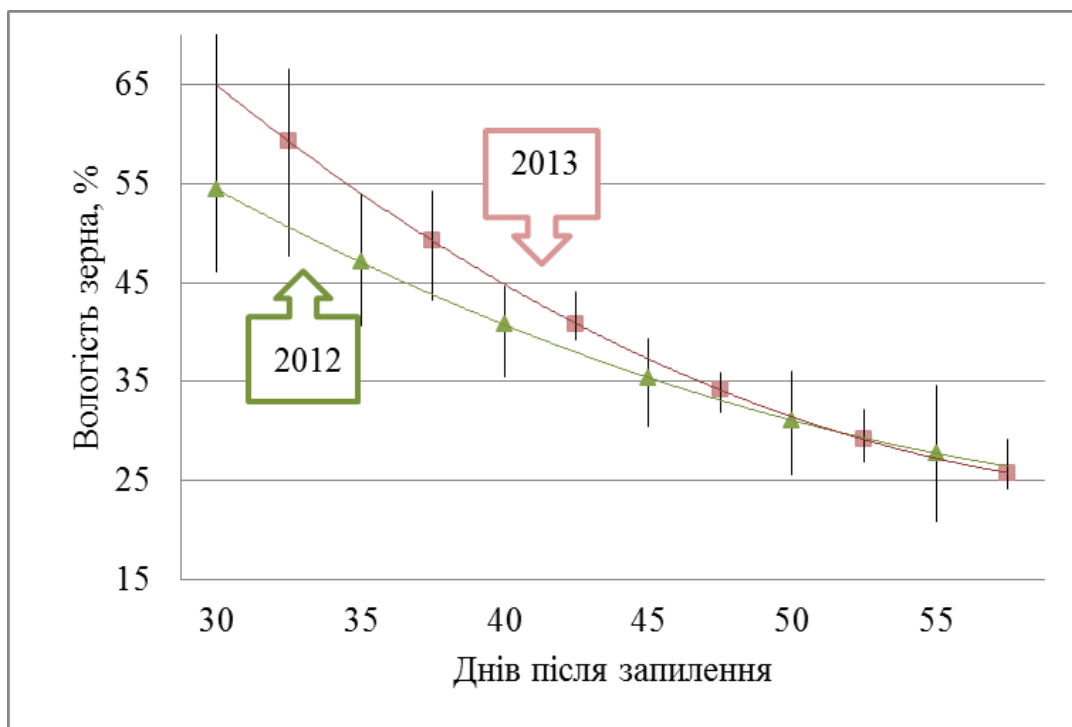


Рис. 1. Варіювання вологості зерна гібридів середньоранньої групи стиглості під час періоду дозрівання, 2012-2013 рр.

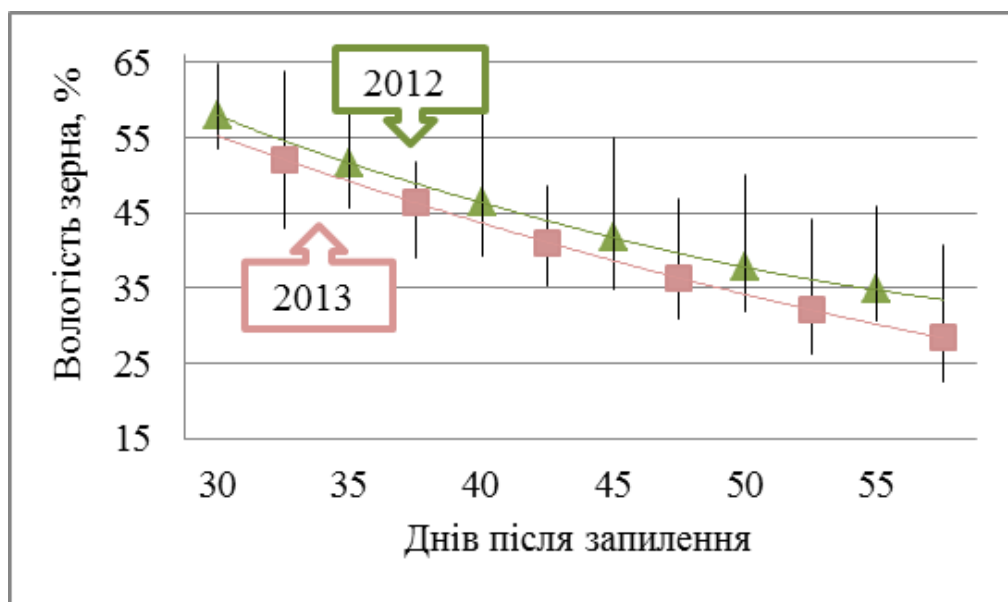


Рис. 2. Варіювання вологості зерна гібридів середньостиглої групи стиглості під час періоду дозрівання, 2012-2013 рр.

Розмах мінливості вологості зерна на різних етапах досягання у гібридів середньо-пізньої групи був подібним до показників у гібридів середньоранньої групи – на 40 день після запилення розмах зменшувався, а з 45 дня знову починав збільшуватися.

У 2013 році стартова вологість зерна була вищою, ніж у 2012 році (рис. 3). На 35 день після запилення вологість зерна за обома роками вивчення становила близько 46 %. Особливістю цієї групи гібридів була наявність значних відмінностей у фактичних показників втрати вологи за роками. У 2012 році вона становила 19,7 %, а у 2013 – 28,5 % за весь час досліджу.

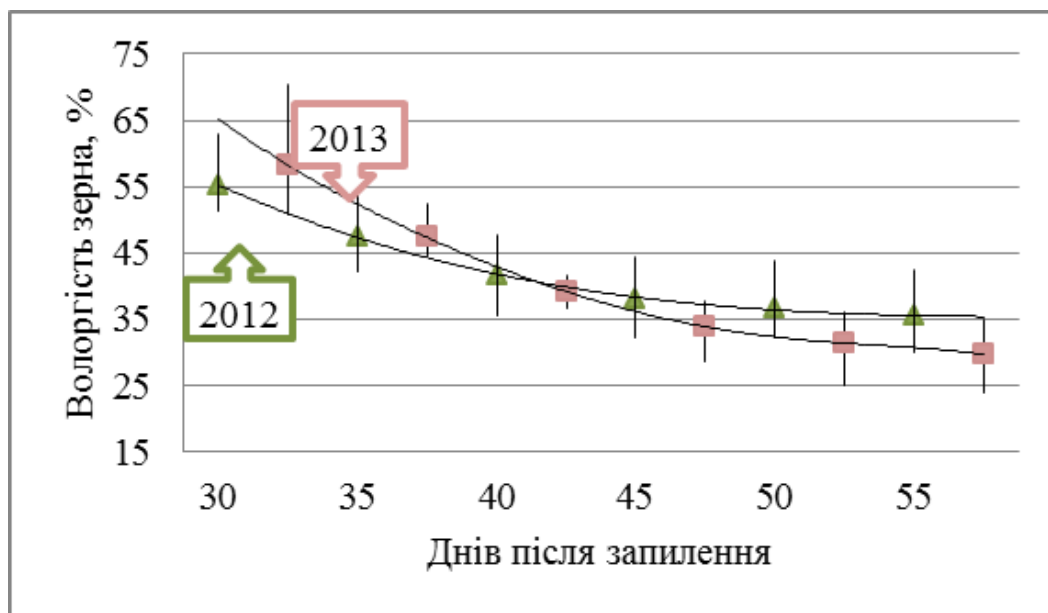


Рис. 3. Варіювання вологості зерна гібридів середньопізньої групи стиглості під час періоду дозрівання, 2012-2013 рр.

Вивчення характеру вологовіддачі зерна кукурудзи, як у окремих генотипів, так і в їх угрупованнях, досить переконливо вказує на двофазний характер перебігу процесу втрати вологи зерном з чітко визначеною межею, що співвідноситься з настанням фізіологічної стиглості зерна, а рівень вологості 30-34 % є надійним індикатором зміни етапів вологовіддачі. Подібна закономірність спостерігається в кожен з років дослідження, тому доцільно проводити індивідуальні співставлення по кожній фазі окремо, де експериментальні дані добре узгоджуються з лінійною моделлю. Це дає змогу використовувати показник відносної швидкості вологовіддачі в широкому діапазоні (рис. 1, 2, 3).

До 40-45 дня після запилення, що відповідає першому етапу, темпи вологовіддачі найвищі в групі середньоранніх гібридів 1,27 % та 1,68 % за добу в 2012 та 2013 роках відповідно, дещо нижчі показники зафіксовано у середньостиглих гібридів 1,13 та 1,62 % за добу, найменші у середньостиглих 1,09 та 1,05 % за добу відповідно (табл. 2). Наявність широких діапазонів мінливості темпів вологовіддачі на цьому етапі не виключає можливості ідентифікації генотипів з високим рівнем ознаки в межах кожної групи стиглості.

Таблиця 2

Темпи вологовіддачі зерна гібридів різних груп стиглості при дозріванні за періодами відбору проб, 2012-2013 рр.

Період досягання	Рік	Темпи вологовіддачі зерна, % /доба								
		середньорання група стиглості			середньостигла група стиглості			середньопізня група стиглості		
		мін	макс	сер	мін	макс	сер	мін	макс	сер
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
30-35	2012	0,88	2,14	1,47	0,90	1,90	1,28	0,95	1,99	1,55
	2013	0,88	2,77	2,01	0,02	2,38	1,15	0,97	3,64	2,18
35-40	2012	0,83	1,86	1,27	0,29	1,48	1,05	0,65	1,32	1,13
	2013	0,81	2,18	1,68	0,19	1,96	1,05	0,86	2,45	1,62
40-45	2012	0,78	1,58	1,07	0,79	1,06	0,93	0,35	0,98	0,72
	2013	0,74	1,63	1,34	0,36	1,54	0,95	0,75	1,61	1,06

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
45-50	2012	0,65	1,30	0,87	0,57	1,01	0,79	-0,02	0,73	0,31
	2013	0,67	1,21	1,00	0,49	1,15	0,85	-0,20	0,87	0,50
50-55	2012	0,28	1,02	0,67	0,22	1,04	0,60	-0,25	0,48	0,22
	2013	0,41	0,85	0,67	0,29	1,39	0,75	0,11	0,63	0,34

На наступному етапі, після настання фізіологічної стиглості, темпи вологовіддачі уповільнювалися, а на 50-55 день після запилення у деяких гібридів процес повністю припинявся. Ранжування гібридів різних груп стиглості за темпами вологовіддачі після настання фізіологічної стиглості виявилось іншим, ніж на першому етапі. Середні темпи вологовіддачі зменшувались по групам стиглості від середньоранньої до середньопізньої.

Також слід відмітити, що при збереженні тотожних кривих вологовіддачі гібридів різних груп стиглості 2013 рік характеризувався більш інтенсивними темпами цього процесу.

Нами було розраховано коефіцієнти повторюваності ознаки вологості зерна під час дозрівання за роками (табл. 3) для визначення впливу року на ознаку, що вивчалася. Переважно низькі коефіцієнти (0,01 та нижчі) повторюваності свідчать про зміну рангів генотипів за роками, тобто вказують на наявність взаємодії «генотип–середовище». Можна спостерігати збільшення коефіцієнтів повторюваності під час дозрівання. Це свідчить про більш тісний зв'язок «генотип-середовища» на початкових етапах дозрівання. При розгляді коефіцієнтів повторюваності фактичних показників вологості зерна за роками спостерігається поступове збільшення цих коефіцієнтів (з 0,21 до 0,37), починаючи з 40 дня після запилення, тобто, після настання фізіологічної стиглості. При розгляді темпів вологовіддачі спостерігається така ж закономірність (з 0,05 до 0,44).

Таблиця 3

Коефіцієнт повторюваності ознаки вологості зерна під час дозрівання, 2012-2013 рр.

Кількість діб після запилення	Коефіцієнт повторюваності	
	вологість зерна	темпи вологовіддачі зерна
30	-0,07	
35	0,01	
40	0,21	
45	0,26	
50	0,33	
55	0,37	

Таким чином, у групі середньоранніх гібридів виділились гібриди Харківський 1/1, Харківський 1/4 з нижчою за стандарт Вимпел МВ збиральною вологістю на 7 та 2 % у 2012 та 2013 рр. відповідно. Також ці гібриди характеризувалися вищими за стандарт темпами вологовіддачі після настання фізіологічної стиглості, що зумовлено особливостями морфологічної будови качана та обгорток.

У групі середньостиглих гібридів виділився гібрид Харківський 10/2 з нижчою за стандарт Кредит МВ збиральною вологістю на 5 та 3 % у 2012 та 2013 рр. відповідно. Темпи вологовіддачі цього гібрида були на рівні стандарту. Різниця у збиральній вологості обумовлена нижчою початковою вологістю зерна у експериментального гібрида.

У групі середньопізніх гібридів виділились гібриди Харківський 20/3, Харківський 21/3 з нижчою за стандарт Донор МВ збиральною вологістю на 5 та 1 % у 2012 та 2013 рр. відповідно. Особливістю цих гібридів є більш високі, ніж у стандарту, темпи втрати вологи зерном на першому етапі при майже рівних темпах на заключному етапі досягання зерна.

Висновки: 1. Показано, що значення фенотипового прояву вологості зерна у гібридів різних груп стиглості в процесі досягання мають різну амплітуду, причому найбільші абсолютні сталі значення цього показника зареєстровано у гібридів середньостиглої групи стиглості. У гібридів середньоранньої та середньопізньої груп стиглості до 40 дня після запилення розмах мінливості поступово зменшувався, а з 45 дня знову починав збільшуватися, що вказує на прояв генотипової диференціації.

2. Установлено, що період настання фізіологічної стиглості зерна є надійним критерієм для поділу періоду вологовіддачі зерном на два принципово відмінних за темпами вологовіддачі етапи. У нашому дослідженні настання фізіологічної стиглості відмічено при вологості зерна 30-34 %.

3. Відмічено, що на першому етапі темпи вологовіддачі найвищі в групі середньоранніх гібридів – 1,27 % та 1,68 % за добу в 2012 та 2013 роках відповідно, дещо нижчі показники зафіксовано у середньостиглих гібридів – 1,13 та 1,62 % за добу, найменші у середньостиглих – 1,09 та 1,05 % за добу в 2012 та 2013 роках відповідно.

4. Показано поступове, починаючи з 40 дня після запилення, збільшення коефіцієнтів повторюваності фактичних показників вологості зерна за роками під час дозрівання (з 0,21 до 0,37), що свідчить про збільшення впливу ефекту «генотип-середовище» на рівень фенотипового прояву ознаки. При розгляді темпів вологовіддачі спостерігається така ж закономірність (з 0,05 до 0,44).

5. На фоні встановлення загальногрупових закономірностей вологовіддачі зерном при досяганні, зумовлених різними темпами перебігу цього процесу і наявністю чітко виражених генотипових відмінностей, опосередкованих впливом середовища, в кожній з досліджених груп стиглості виділено п'ять гібридів, стабільно кращих за стандарти за рівнем збиральної вологості зерна.

Список використаних джерел

1. Орлянский Н. А. Селекция кукурузы на адаптивность и загущение посевов / Н. А. Орлянский, Н. А. Орлянская, Д. Г. Зубко // Кукуруза и сорго. – 2005. – № 5. – С. 2-4.
2. Дзюбецький Б. В. Селекція кукурудзи/ Б. В. Дзюбецький, В. Ю.Черчель, С. П. Антонюк // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть: У 4 Т. - К.: Логос, 2001. - С. 571-589.
3. Георгиев Т. Влияние энергетических проблем на селекцию кукурузы / Т. Георгиев // Международных с.-х. журнал. – 1980. – № 3. – С. 3-9.
4. Мустяца С. И. Динамика влажности зерна / С. И. Мустяца // Кукуруза и сорго. – 1993. - № 5. – с. 15–17.
5. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи. – Харків. – 1993. – 29 с.
6. Чистяков С. Н. Изучение динамики влагоотдачи зерном у линий и гибридов кукурузы при его созревании / С. Н. Чистяков А. И. Супрунов, Р. В. Ласкин // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 84 (10). – С. 1–12.
7. Игнатьев А. С. Интенсивность влагоотдачи зерна при созревании у среднеспелых самоопыленных линий кукурузы / А. С. Игнатьев, Г. Я. Кривошеев // Зерновое хозяйство России – 2011. – № 1 (13). – С. 23-28.

References

1. Orlianskyi NA, Orlianska NA, Zubko DG. 2005. Breeding maize on adaptability and compacting of crops. Kukuruzna i sorgo 5:2–4.
2. Dziubetskyi BV. 2001. Breeding maize. In: Dziubetskyi BV, Cherchel VYu, Antoniuk SP. Genetics and breeding in Ukraine, at the border of millenniums. Logos. p. 571–589.
3. Georgiev T. 1980. Impact of energy issues on the breeding of maize. Intern agric jour 3:3–9.

4. Mustiatsa SI. 1993. Dynamics of moisture grain. *Kukuruza i sorgo* 5:15–17.
5. Guidelines for field and laboratory study of maize genetic resources. Kharkiv. 29 p.
6. Chistiakov SN, Suprunov AI, Laskin RV. 2012. Study of the dynamics of moisture-losing grain lines and hybrids of maize when it is maturation. *Sci jour of the Kuban State Agrar Univer* 84(10):1–12.
7. Ignatiev AS, Krivosheev GYa. 2011. The intensity of the moisture-losing grain during maturation of inbred lines for middle-ripe maturity of maize. *Zernovoe khoziaystvo Rossii* 1(13):23–28.

ТЕМПЫ ВЛАГООТДАЧИ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ ПРИ СОЗРЕВАНИИ ГИБРИДОВ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ

Китаёва С. С., Понуренко С. Г., Чернобай Л. Н., Деркач И. Б.
Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН

Авторами была рассмотрена влагоотдача зерном гибридов кукурузы харьковской селекции разных групп спелости. Было показано, что значения фенотипического проявления влажности зерна у гибридов разных групп спелости в процессе созревания имеют разную амплитуду, причем наибольшие абсолютные стабильные значение этого показателя зарегистрировано в гибридов среднеспелой группы спелости. У гибридов среднеранней и среднепоздней групп спелости до 40 дня после опыления размах изменчивости постепенно уменьшался, а с 45 дня снова начинал увеличиваться, т. е. имеет место проявление генотипической дифференциации. Установлено, что период наступления физиологической спелости зерна является надежным критерием для разделения периода влагоотдачи зерном на два принципиально отличных по темпам влагоотдачи этапа. В нашем исследовании наступление физиологической спелости отмечено при влажности зерна 30-34 %.

Авторами показано, что на первом («физиологическом») этапе темпы влагоотдачи были высокие в группе среднеранних гибридов – 1,27 % и 1,68 % в сутки в 2012 и 2013 годах соответственно, показатели несколько ниже зафиксированы у среднеспелых гибридов – 1,13 и 1,62 % в сутки, низкие в среднеспелых – 1,09 и 1,05 % в сутки в 2012 и 2013 годах соответственно.

В статье отмечено постепенное, начиная с 40 дня после опыления, увеличение коэффициентов повторяемости фактических показателей влажности зерна по годам во время созревания (с 0,21 до 0,37), что свидетельствует об увеличении влияния эффекта «генотип - среда» на уровень фенотипического проявления признака.

При рассмотрении темпов влагоотдачи наблюдалась такая же закономерность (с 0,05 до 0,44). Таким образом, авторами было выделено пять гибридов стабильно лучших, чем стандарты, по уровню уборочной влажности зерна на фоне установления общегрупповых закономерностей влагоотдачи зерном при созревании, обусловленных разными темпами протекания этого процесса и наличием четко выраженных генотипических различий, опосредованных влиянием среды в каждой из исследованных групп спелости.

Кукуруза, гибрид, группа спелости, влагоотдача зерна, темпы влагоотдачи зерна

RATE OF MOISTURE-LOSSING OF MAIZE GRAIN DURING MATURATION FOR HYBRIDS WHICH BELONG TO DIFFERENT MATURITY GROUPS

Kitayova S. S., Ponurenko S. G., Chernobai L. M., Derkach I. B.
Plant Production Institute nd. V. Ya. Yuryev

Moisture-losing of grain for hybrids' bred in Kharkov which belong to different maturity groups were examined by the authors.

The distinctive amplitude of phenotypic values for grain moisture of hybrids from different maturity groups in the process of maturation has been shown. The highest absolute stable value of this indicator were registered in the group of middle-ripe maturity hybrids.

Range of variability of grain moisture for hybrids middle-early and medium-late maturity groups gradually decreased from 30 to 40 days after pollination, and since 45th day began to rise again, it is may depend from manifestation of inter-genotypes differentiation.

It were established that appearance of physiological ripeness is a reliable criterion for the dividing of grain moisture-losing period of two commonly different stages.

In our study the physiological ripeness were observed when the grain moisture reached 30-34%.

The authors have shown that during the first ("physiological") stage, the rate of moisture-loss were high for the group of middle-early hybrids – 1.27 % and 1.68 % per day in 2012 and 2013 respectively. But for middle-ripe hybrids moisture-loss – 1.13 and 1.62 % per day, and for the medium-late maturity group – 1.09 and 1.05 % per day in 2012 and 2013, respectively.

It were noted in the article that increase indexes of repeatability for grain moisture data during maturation (from 0.21 to 0.37) were started since 40 days after pollination. It is indicates an increase of the influence of "genotype - environment" at the level of phenotypic expression of the trait.

When considering the rate of moisture-losing it were observed the same pattern (from 0.05 to 0.44). Thus, the authors have been allocated 5 hybrids consistently better than the standards by the level of harvest, grain moisture. It were made on the background of the establishment of common group patterns when ripe grain moisture-losing caused by different rates of this process and the presence of distinct genotypic differences mediated influence of the environment.

Maize, hybrid, group of ripe, moisture-losing of grain, rate of moisture-losing of grain