

ОЦІНКА НОВОГО СКОРОСТИГЛОГО ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ КУКУРУДЗИ ЗА ОЗНАКОЮ «ЗБИРАЛЬНА ВОЛОГІСТЬ ЗЕРНА»

Б. В. Дзюбецький, доктор сільськогосподарських наук;

В. Ю. Черчель, кандидат сільськогосподарських наук;

О. Л. Гайдаш

ДУ Інститут зернових культур НААН України

Наведені дані експериментальних досліджень самозапилених сімей S_5 та їхніх тесткросів за ознакою "збиральна вологість зерна" і коефіцієнти варіювання вологості зерна. Показані результати оцінки за загальною (ЗКЗ) і специфічною (СКЗ) комбінаційною здатністю нового вихідного матеріалу змішаної зародкової плазми відносно цього показника. Встановлена значна мінливість оцінок ефектів ЗКЗ залежно від умов року. Відібрано 19 сімей зі стабільно достовірними негативними оцінками ЗКЗ, що вказує на інтенсивну вологовіддачу зерном. Стабільно високі варіанси СКЗ виявлено у 8 сімей.

Ключові слова: кукурудза, гібриди, скоростиглість, вологість зерна при збиранні, комбінаційна здатність

У сучасному виробництві перевага надається гібридам з низькою вологістю зерна при збиранні, що суттєво скорочує енергетичні та фінансові витрати на його сушіння. В умовах Степу вологість зерна у серпні та вересні часто знижується до 14 % і нижче, що дає змогу господарствам заощаджувати на сушінні, в зв'язку з цим має місце підвищення попиту на скоростиглі гібриди [1].

Для селекції таких гібридів перш за все необхідно мати відповідний вихідний матеріал та чітке уявлення про закономірності успадкування і взаємозв'язку бажаних ознак при гібридизації. Існує низка господарсько-цінних ознак, які визначають доцільність вирощування конкретного гібрида та напрямки його використання. Одним з найважливіших показників гібридів кукурудзи є здатність втрачати вологу зерном при досяганні. З одного боку, втрата вологи пов'язана із завершенням фізіологічних процесів в зерні, а з іншого – фізичним висиханням зерна після досягнення ним вологості майже 40 % [2]. Для першого етапу вологовіддачі, який припадає на кінець серпня – початок вересня, важливу роль відіграє температура повітря, а для іншого – відносна вологість повітря [3]. Вологість суттєво впливає на тривалість зберігання зерна, інтенсивність його дихання, швидкість розвитку і поширення шкідників та мікроорганізмів в зерновій масі. В. С. Циков [4] відмічає, що перед-збиральна вологість зерна залежить від біохімічного складу і морфологічних ознак качана. Інтенсивність втрати вологи зерном при досяганні значною мірою визначається умовами навколишнього середовища, зокрема погодними факторами, і є спадковою властивістю [5]. Цей показник легко фіксується за допомогою сучасних пристроїв, що дає можливість провести чітку диференціацію великої кількості зразків.

Б. В. Дзюбецький, В. Ю. Черчель та ін. [6] вважають, що створення високоврожайних скоростиглих гібридів з низьким вмістом вологи на час збирання врожаю може значною мірою вирішити проблему енергетичних затрат на сушіння зерна. У зв'язку з актуальністю цього питання дослідження в даному напрямку останніми роками значно розширились.

Експериментальна частина роботи виконана в ДП ДГ «Дніпро» ДУ Інститут сільськогосподарства степової зони протягом 2012–2014 рр. Спостереження проводились в селекційному та контрольному розсадниках. Облікова площа ділянок – 5 м², повторність – триразова. Густота стояння – 60 тис. рослин/га. Схема досліджень відповідала рекомендаціям [7, 8, 9]. Оцінку параметрів комбінаційної здатності в системі неповних тесткросів проводили відповідно до методики Г. К. Дремлюка, В. Ф. Герасименко [10] на базі персонального комп'ютера зі спеціальними прикладними програмами. Вологість зерна визначали на час збирання врожаю стаціонарним вологоміром «Burrows».

Вихідний матеріал – 194 інбредних сімей S_5 кукурудзи, створених на основі сестринських гібридів, отриманих із залученням ліній: ДК209 ДК219, ДК221, ДК233, ДК265, ДК265-5, ДК281 ДК285, ДК314, ДК412, ДК951; в подальшому їх використовували як контроль. Вказаний набір ліній за попередніми оцінками в основному належав до змішаної плазми (Айодент х BSSS) і добре комбінувався зі зразками генетичної плазми Ланкастер і креме-нистими формами європейського походження. Всі сім'ї S_5 і ліній-стандарти схрещували з трьома тестерами: двома сестринськими гібридами – Крос 267С (плазма Ланкастер х Лаукон), Крос 290С (плазма Ланкастер) і лінією ДК247 (плазма Змішана). Схрещували само-запилені сім'ї з тестерами у 2012 р. Отримані тесткриси в 2013–2014 рр. вивчалися у конт-рольному розсаднику в трьох повтореннях. Як стандарти використовувалися середньоранні гібриди: Оржиця 237 МВ, Подільський 274 СВ і середньостиглий Солонянський 298 СВ.

Погодні умови в роки випробувань тесткрисів різнилися – мали місце підвищений температурний режим та зниження кількості опадів в окремі періоди їх розвитку порівняно з багаторічними показниками. Сприятливі умови для вирощування кукурудзи були в 2013 р. – сформувалася значна вегетативна маса і високий врожай, але опади наприкінці вегетації зумовили підвищення вологості зерна (табл. 1). У 2014 р. склалися менш сприятливі умови для росту і розвитку кукурудзи, але добрі для оцінки вихідного матеріалу на посухостійкість та жаростійкість, при цьому вологість зерна гібридів була значно нижчою, ніж у 2013 р.

**1. Параметри варіювання збиральної вологості зерна
у самозапиленних сімей S_5 з різними тестерами, %**

Показник		2013 р.			2014 р.			Середнє		
		1*	2**	3***	1	2	3	1	2	3
Середня ($\bar{x}$)		20,1	19,6	20,5	13,3	12,8	13,0	16,7	16,2	16,7
$\pm t_{s(\bar{x})}$		0,10	0,08	0,16	0,09	0,06	0,08	0,08	0,05	0,10
Ліміти	min	17,5	16,8	17,7	12,5	11,9	12,1	15,0	14,9	15,6
	max	21,3	20,9	22,0	14,7	14,1	13,9	17,7	17,0	17,7
Коефіцієнт варіації (V), %		2,5	2,7	3,0	3,7	3,1	2,9	2,3	2,2	2,2
Кількість зразків (n)		95	194	56	95	194	56	95	194	56
Вологість зерна при збиранні гібридів-стандартів										
Оржиця 237МВ		18,5			12,9			15,7		
Подільський 274 СВ		20,8			13,0			16,9		
Солонянський 298 СВ		20,0			12,7			16,3		

* Крос 267С. ** Крос 290С. *** ДК247.

Варто відмітити, що розбіжності за вологістю зерна серед комбінацій самозапиленних сімей з різними тестерами були незначними – у межах 1 %. Найвищою середньою вологістю зерна характеризувались комбінації з лінією ДК247 у 2013 р. (20,5 %), перевищення цього показника було на 7,5 % порівняно з більш стресовим 2014 р. Мінімальні значення воло-гості за параметрами варіювання виявлені у гібридів, отриманих на базі тестера Крос 290С, незалежно від року спостережень. Розмах лімітів вологості зерна при збиранні за роками відрізнявся лише на 2 % і коливався в межах 5,4 % (у 2013 р.) та 3,4 % (у 2014 р.) При цьому коефіцієнт варіації був низьким в обидва роки, а різниця у його значеннях за роками стано-вила лише 1 %, що зумовлено скоростиглістю і однорідністю селекційного матеріалу. Слід відзначити, що в 2013 р. відсоток досліджених тесткрисів з достовірно нижчою вологістю зерна при збиранні порівняно зі стандартом Солонянський 298 СВ був у двічі більший в 2014 р. і становив 52,2 та 24,6 % відповідно. Відсоток тесткрисів, що мали збиральну вологість на рівні стандарту був практично однаковим – 9,5 % в 2013 р. та 9,8 % в 2014 р.

Модальний клас самозапиленних сімей за вологістю зерна в комбінаціях з

тестерами (рис. 1) у 2013 р. був у межах 19–20 % при загальному розмаху варіювання вибірки від 17 до 22 %.

Посушливі умови другої половини вегетації в 2014 р. призвели до значного звуження діапазону вологості зерна у гібридів (12–14 %) та загального нівелювання диференціації генотипів за даною ознакою (рис. 2).

За результатом аналізу загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) і відносної вологості зерна всі лінії поділяли на три класи: 1 – оцінки ефектів ЗКЗ достовірно нижче середньої за дослідом; 2 – ЗКЗ зразків в межах середньої за вибіркою; 3 – генотипи з достовірно вищими значеннями за середні у досліді. Оцінки ефектів ЗКЗ та варіанс СКЗ самозапиленних сімей S_5 за показником "збиральна вологість зерна" (табл. 2) свідчать про достатню їхню диференціацію для проведення позитивного добору. Сім'ї з негативними значеннями ефектів ЗКЗ вважаються кращими за інтенсивністю вологовіддачі зерном при досягненні, тимчасом як сім'ї з позитивними значеннями ефектів ЗКЗ характеризуються більш повільною втратою вологи зерном по завершенні вегетації.

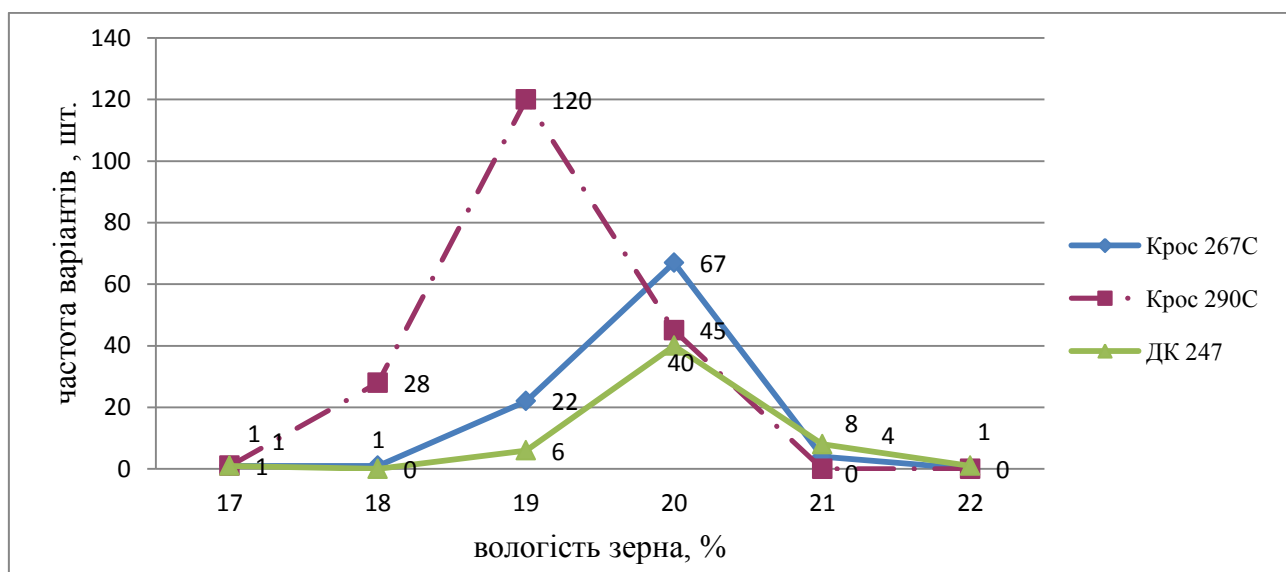


Рис. 1. Розподіл тесткросів за вологістю зерна в 2013 р.

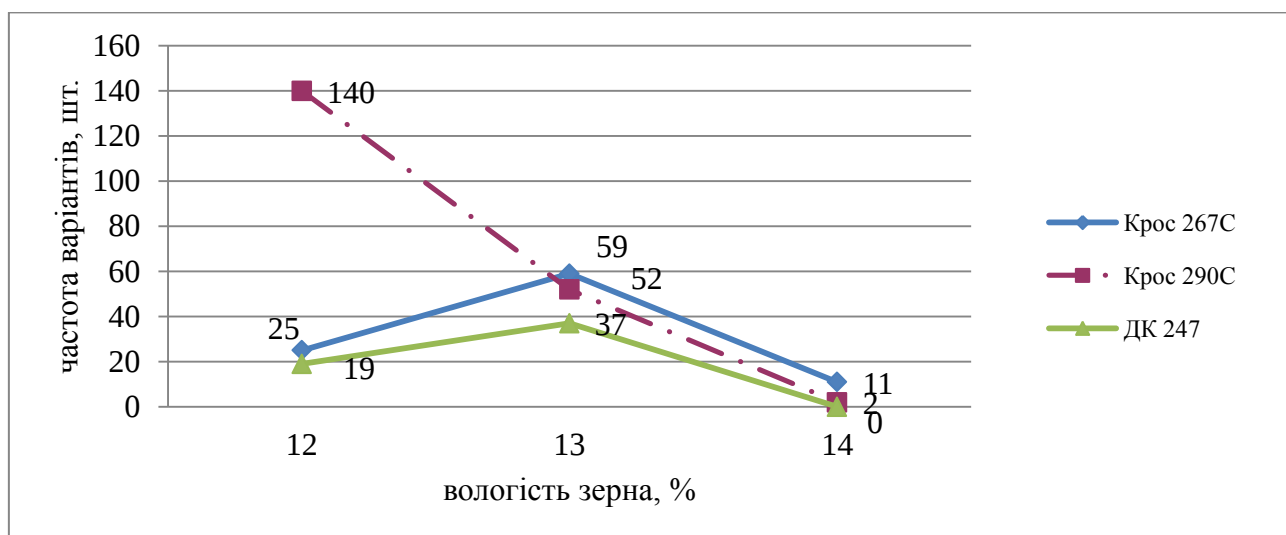


Рис. 2. Розподіл тесткросів за вологістю зерна в 2014 р.

За сприятливих погодних умов 2013 р. вдалося більш чітко диференціювати сім'ї кукурудзи за темпами втрати вологи зерном. Зокрема, 19 сімей і 3 лінії контролю (табл. 2) показали достовірні негативні оцінки ЗКЗ, що вказує на добру вологовіддачу їх

зерна при досяганні, і навпаки, зерно ліній: ДК2285₁₁₁₁₁, ДК2826₂₁₃₃₁₁, ДК2828₂₁₂₁₂, ДК305₁₂₁₃₁₁₂, ДК2865₂₃₁₁₁, ДК2285₃₃₃₁₁, ДК2855₁₁₃₁₁, ДК2133₃₂₂₁₃, ДК285(St), які відзначалися достовірно позитивними оцінками ЗКЗ, досить повільно втрачало вологу. У більш посушливому 2014 р. сім'ї ДК3165₂₂₁₁₁, ДК2214₁₃₁₁₁, ДК9512₃₁₂₁₁, ДК2151₁₁₂₁₁, ДК3151₂₂₂₁₁ та лінія-стандарт ДК314(St) також мали достовірні негативні оцінки ЗКЗ.

2. Ефекти ЗКЗ та варіанси СКЗ за вологістю зерна крапців самозапилених сімей в 2013–2014 рр., т/га

Назва самозапиленої сім'ї	Ефекти ЗКЗ (gi)		Варіанси СКЗ (σ_{si}^2)	
	2013 р.	2014 р.	2013 р.	2014 р.
ДК3165 ₂₂₁₁₁	-1,26	-0,42	1,52	0,06
ДК2151 ₁₂₃₁₁	-0,45	-0,21	-0,02	0,02
ДК9512 ₂₂₂₁₁	-0,84	-0,08	0,15	-0,03
ДК2214 ₁₃₁₁₁	-0,74	-0,67	-0,01	0,00
ДК2109 ₁₃₁₁₁	-0,74	-0,27	-0,01	0,02
ДК2814 ₂₃₁₁₁	-0,74	0,24	0,16	0,09
ДК2285 ₁₂₃₁₁	-0,72	-0,21	0,00	-0,04
ДК9512 ₃₁₂₁₁	-0,69	-0,34	0,17	-0,02
ДК2321 ₂₂₃₁₂	-0,51	-0,24	0,02	0,21
ДК9512 ₁₃₂₁₁	-0,49	-0,06	0,46	-0,01
ДК2814 ₁₁₂₁₁	-0,47	0,19	0,12	0,18
ДК3151 ₂₂₁₁₁	-0,44	0,01	0,01	0,01
ДК2321 ₂₂₂₁₂	-0,44	-0,15	0,08	0,32
ДК2151 ₁₁₂₁₁	-0,39	-0,54	0,18	0,00
ДК3185 ₁₂₂₁₃	-0,39	0,13	-0,02	-0,02
ДК2109 ₂₃₃₁₂	-0,36	-0,05	0,18	-0,03
ДК3151 ₂₂₂₁₁	-0,32	-0,42	0,00	-0,03
ДК3185 ₁₂₃₁₁	-0,31	0,22	0,01	0,10
ДК2065 ₃₁₂₁₁	-0,36	0,11	-0,03	-0,01
ДК221 (St.)	-0,24	0,12	0,04	0,33
ДК233 (St.)	0,21	-0,35	0,09	0,24
ДК281 (St.)	-1,17	0,22	2,71	0,17
НІР _{0,05} (gi)	0,30	0,32	-	-
НІР ₀₅ (gi)-g(j))	0,04	0,05	-	-

* Сума ефектів ЗКЗ не дорівнює 0, оскільки наведена лише частина тесткросної матриці.

Середні значення ефектів ЗКЗ в роки досліджень відзначені у 56 % сімей, віднесених до класу 2. Їх даліше використання в селекційній практиці залежатиме від наявності специфічних комбінацій за показником, який ми досліджували, але існує потреба у більш широко-му їх тестуванні та детальному вивченні за іншими господарсько-цінними ознаками. Одним з основних завдань селекціонера є пошук специфічних гетерозисних комбінацій, на наявність яких вказує варіанса СКЗ [11]. Самозапилені сім'ї, котрі мають високі та середні ефекти ЗКЗ за ознакою "збиральна вологість зерна", проте характеризуються високими константами СКЗ, можуть бути використані для отримання гібридних комбінацій зі швидкою втратою вологи зерном при досяганні, а саме сім'ї: ДК305₁₁₁₁₁, ДК2633₃₁₃₁₂, ДК2826₂₁₄₁₁, ДК2133₃₂₂₁₃, ДК2865₂₃₁₁₁, ДК2831₁₁₁₁₁, ДК2821₂₁₁₁₁, ДК219(St.). На виявлення відповідних специфічних зв'язків значно впливають тестери, тому важливо підбирати генотипи за здатністю до диференціації за ознаками, що підлягають дослідженню (табл. 3).

3. Ефекти ЗКЗ та варіанси СКЗ тестерів відносно вологості зерна, т/га *

Назва тестера	Ефекти ЗКЗ (gi)		Варіанси СКЗ (σ_{si}^2)	
	2013 р.	2014 р.	2013 р.	2014 р.
Крос 267С	0,21	0,28	0,06	0,03
Крос 290С	-0,17	-0,26	0,12	0,02

ДК247	0,09	0,02	0,11	0,04
НІР _{0,05} (gi)	0,04	0,05	-	-

** Сума ефектів ЗКЗ не дорівнює 0, оскільки розрахунки проведені в системі неповних тесткросів.*

Аналіз ЗКЗ тестерів показав, що форми, використані як аналізатори ліній за ознакою "збиральна вологість зерна", різняться за типом. Керуючись рівнем прояву варіанси СКЗ, виявлено, що в 2013 р. спостерігалась достатня варіабельність для здійснення добору, проте в 2014 р. різниця за СКЗ була практично відсутня. Найнижчими ефектами ЗКЗ та високою варіансою СКЗ характеризувався тестер Крос 290С. У протипагу йому тестер Крос 267С відзначався стабільно високими значеннями ЗКЗ і низькими варіансами СКЗ, тобто мав приховану здатність повільно втрачати вологу зерном. Лінія ДК247, незважаючи на високі позитивні значення ЗКЗ у 2013 р., в цілому мала задовільну здатність до диференціювання і ймовірно в майбутньому забезпечить найбільш об'єктивні результати у генотипів за здатністю втрачати вологу зерном при досягнанні.

У результаті проведених випробувань виділені кращі тесткриси, комбінації самозапиленних сімей з різними стандартами, що мали найнижчу збиральну вологість зерна серед досліджених зразків (табл. 4).

4. Кращі комбінації з найменшою вологістю зерна, %

Назва комбінації	Вологість зерна, %			Урожайність, т/га		
	2013 р.	2014 р.	середнє	2013 р.	2014 р.	середнє
Крос 267С х ДК2821 ₁₂₁₁₁	19,0	13,2	16,1	8,92	4,80	6,86
Крос 267С х ДК2109 ₂₃₁₁₁	19,4	13,2	16,3	9,52	5,88	7,70
Крос 267С х ДК2214 ₁₃₁₁₁	19,6	12,5	16,0	8,79	5,03	6,91
Крос 267С х ДК2285 ₃₁₂₁₁	19,6	13,1	16,4	8,29	4,91	6,60
Крос 267С х ДК2321 ₂₂₃₁₂	19,7	12,6	16,1	7,29	4,60	5,94
Крос 290С х ДК9521 ₁₃₂₁₃	18,3	12,2	15,2	7,60	4,66	6,13
Крос 290С х ДК9512 ₂₂₂₁₁	18,4	12,7	15,6	7,52	4,08	5,80
Крос 290С х ДК2814 ₁₂₃₁₁	18,5	12,8	15,7	9,41	4,94	7,18
Крос 290С х ДК9512 ₂₂₁₁₂	18,6	12,3	15,5	9,09	3,66	6,37
Крос 290С х ДК3128 ₂₂₃₁₁	18,6	13,0	15,8	8,59	5,04	6,81
ДК247 х ДК2381 ₂₂₃₁₁	19,8	13,1	16,5	9,77	5,40	7,58
ДК247 х ДК2109 ₂₃₃₁₂	19,8	12,9	16,4	7,15	5,88	6,52
ДК247 х ДК9512 ₂₂₂₁₁	19,9	12,9	16,4	9,01	6,97	7,99
ДК247 х ДК3165 ₂₂₁₁₁	19,9	12,6	16,3	8,57	4,87	6,72
ДК247 х ДК2651 ₂₁₁₁₁	19,9	13,3	16,6	8,63	5,15	6,89
Оржиця 237 МВ (st.)	18,5	12,9	16,1	6,61	4,63	5,62
Солонянський 298 СВ (st.)	20,0	12,7	16,3	7,33	4,48	5,91
Подільський 274 СВ (st.)	20,8	13,0	16,9	7,31	5,16	6,23

Варто звернути увагу на те, що практично всі тесткриси у 2013 р. відзначалися збиральною вологістю зерна на рівні стандарту Оржиця 237 МВ і дещо нижчою порівняно з Солонянським 298 СВ. У 2014 р. вологість зерна у зазначених тесткрисів варіювала на рівні стандартів, але їхня урожайність була вищою за стандарти за весь період спостережень. Дослідні тесткриси створювались за схемою наведених стандартів, що свідчить про об'єктивні результати селекційного прогресу за рівнем врожайності та збиральної вологості зерна.

Висновки. Шляхом оцінювання 194 самозапиленних сімей за комбінаційною здатністю проведено ідентифікацію генотипів за головними селекційними ознаками та визначено напрями дальшого використання їх у практичній селекції. Виявлено, що умови року суттєво впливають на вологість зерна при збиранні. Відібрано 19 сімей зі стабільно достовірними негативними оцінками ЗКЗ, що вказує на добру вологовіддачу зерна, в тому числі 8 сімей відзначалися стабільно високими варіансами СКЗ. Відібрані сім'ї доцільно

використовувати як вихідний матеріал у селекційних програмах зі створення нових високопродуктивних гібридів з низькою збиральною вологістю зерна. За результатами досліджень виявлено 10 перспективних високоврожайних тесткросів з мінімальною збиральною вологістю зерна.

Бібліографічний список

1. *Дзюбецький Б. В.* Формування ознаки «вологість» у скоростиглих гібридів кукурудзи / *Б. В. Дзюбецький, В. Ю. Черчель, В. А. Марочко* // Вісн. аграр. науки. – 2013. – № 1. – С. 41–44.
2. Результати селекції гібридів кукурудзи на низьку збиральну вологість зерна / [Л. В. Козу-бенко, О. В. Сікалова, Т. В. Івлева та ін.] // Селекція і насінництво. – 2011. – Вип. 99. – С. 91–101.
3. *Романенко М. В.* Вологовіддача як фактор економічної ефективності вирощування кукурудзи / *М. В. Романенко* // Пропозиція. – 2010. – № 12. – С. 16–18.
4. *Циков В. С.* Кукуруза технология, гибриды, семена / *В. С. Циков*. – Днепропетровск: Зоря, 1995. – 323 с.
5. *Hallauer A. R.* Effects of selected weather factor on grain moisture reduction from silking to physiologic maturity in corn / *A. R. Hallauer, W. A. Russell* // Agr. Journ. – 1961. – Vol. 53. – № 4. – С. 225–229.
6. *Дзюбецький Б. В.* Варіювання господарсько-цінних ознак константних ліній кукурудзи при двох строках сівби. / *Б. В. Дзюбецький, В. Ю. Черчель, О. В. Воскобойник* // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – 2005. – № 23–24. – С. 27–32.
7. Методические рекомендации по проведению опытов с кукурузой. – Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1980. – 54 с.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1971. – 239 с.
9. *Гур'єва І. А.* Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи / *І. А. Гур'єва, В. К. Рябчун, Л. В. Козубенко*. – Х., 1993. – 29 с.
10. *Дремлюк Г. К.* Приемы анализа комбинационной способности ЭВМ – программы для нерегулярных скрещиваний / *Г. К. Дремлюк, В. Ф. Герасименко*. – М.: Агропромиздат, 1991. – СГИ УААН, 1992. – 144 с.
11. *Негода Т. В.* Комбінаційна здатність за врожайністю зерна нових ліній кукурудзи плазми Айодент / *Т. В. Негода* // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 2007. – № 31–32. – С. 59–62.