

ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА КОМБІНАЦІЙНОЮ ЗДАТНІСТЮ В F₁ ГІБРИДІВ ТОПКРОСІВ

О. О. Кіблицька, М. Р. Козаченко, А. Ф. Звягін.
Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН.

Установлено особливості 14 сортів пшениці м'якої озимої в чотирих-тестерних схрещуваннях. Визначено неоднаковий рівень загальної (ЗКЗ) та специфічної (СКЗ) комбінаційної здатності за ознаками продуктивності рослин (продуктивна кущистість, маса зерна з колосу, маса 1000 зерен та маса зерна з рослини) та іншими кількісними ознаками. Установлено неоднакові рівні варіанс ЗКЗ та СКЗ за ознаками рослин материнських сортів і на основі цього прояв адитивних чи неадитивних ефектів генів при успадкуванні величини ознак у гібридів від схрещування певних сортів.

Пшениця озима, сорт, гібрид, топкрос, загальна та специфічна комбінаційна здатність, ознака

Пшениця – основна і найбільш важлива продовольча зернова культура, яка займає перше місце в світі за посівними площами (біля 230 млн. га) і валовим збором (понад 530 млн. т). В Україні її висівають у середньому на 6,5 млн. га, або на 40 % площ всіх зернових. Продукцією з зерна пшениці харчується понад 35 % людства [1]. Тому збільшення валових зборів зерна, поліпшення його якості є найважливішим завданням у сільськогосподарському виробництві. Вирішення цієї проблеми значною мірою залежить від ефективності селекційної роботи по пшениці, так як підвищення врожайності залежить від створення і впровадження у виробництво нових сортів, які забезпечують високу та стабільну врожайність зерна в жорстких умовах вирощування і мають високу зимостійкість, стійкість до вилягання і хвороб та високу якість зерна, що і є однією з найважливіших задач сучасної селекції. Незважаючи на значний обсяг дослідницьких робіт з вивчення та поліпшення господарсько цінних ознак сортів пшениці м'якої озимої, ця задача ще далека до повного її вирішення. Так, недостатньо вивчено особливості сучасних сортів за комбінаційною здатністю за кількісними ознаками. Тому подальші дослідження з цих питань є надзвичайно актуальними.

Завданням досліджень було виявлення генетичних особливостей сучасних сортів пшениці м'якої озимої за рівнем і співвідношенням загальної (ЗКЗ) і специфічної (СКЗ) комбінаційної здатності за продуктивністю рос-

лин і її структурними елементами в F₁ гібридних комбінацій, одержаних за схемою топкросів.

Методика та вихідний матеріал. Дослідження проводили в 2012 році. Для схрещування за схемою повних топкросів використано 10 материнських сортів пшениці м'якої озимої (Землячка, Мелодія, Богемія, Бунчук, Аналог, Ювіляр Миронівський, Юнона, Vogatka, Torrild, Зарніца) та чотири батьківські сорти-тестери (Гордовита, Дорідна, Харус та Альянс), що дало можливість оцінити 14 сортів за ЗКЗ і СКЗ в F₁ 40 гібридних комбінацій. Досліджувані сорти відрізняються як за господарсько корисними ознаками, так і за географічним походженням.

Гібридизацію батьківських форм проводили в 2011 р. у фазі колосіння. Гібридне насіння першого покоління та насіння батьківських сортів висівали ручною сівалкою по 20 зерен у рядок довжиною 100 см в трьох повтореннях. Ширина міжряддя становила 15 см.

Ефекти ЗКЗ і константи СКЗ визначали за ознаками продуктивності, її структурних елементів та іншими: загальна і продуктивна кущистість, кількість колосків, зерен і маса зерна з основного колосу, маса 1000 зерен, продуктивність рослини, висота. Структурний аналіз робили у 30 рослин кожної гібридної популяції та у батьківських форм.

Дослідження здійснено генетико-статистичним аналізом для визначення ЗКЗ і СКЗ з використанням комп'ютерної програми ППП «ОСГЕ» згідно методик Б. А. Доспехова [2] та М. А. Федина і ін. [3].

Результати та їх обговорення. *Ефекти загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) материнських сортів.* Аналізом даних ефектів ЗКЗ за ознаками материнських сортів Землячка, Мелодія, Богемія, Бунчук, Аналог, Ювіляр Миронівський, Юнона, Vogatka, Torrild, Зарніца в чотирьохтестерних схрещуваннях з батьківськими сортами-тестерами Гордовита, Дорідна, Харус та Альянс виявлено неоднакові рівні ефектів загальної комбінаційної здатності досліджених сортів (табл. 1).

Так, за ознакою висота рослин висока загальна комбінаційна здатність (достовірно позитивні оцінки ефектів) була у сортів Землячка (6,65), Богемія (12,14), Бунчук (16,29), Аналог (7,02) та Юнона (2,16), низька (достовірно негативні оцінки ефектів) – у сортів Мелодія (-4,85), Ювіляр Миронівський (-2,23), Vogatka (-15,05), Torrild (-8,03) та Зарніца (-14,10).

За ознакою продуктивна кущистість більша частина сортів мали низькі показники ЗКЗ і лише сорти Vogatka (0,52), Torrild (0,87) та Зарніца (0,93) виділися за високими показниками загальної комбінаційної здатності.

За ознакою довжина колосу високу ЗКЗ мали сорти Мелодія (0,58), Бунчук (0,13) та Аналог (0,41). За ознакою кількість колосків у колосі високу ЗКЗ мали сорти Мелодія, Богемія, Бунчук, Аналог та Torrild. За ознакою кількість зерен в колосі високу загальну комбінаційну здатність мали сорти Аналог та Зарніца. Ці ж сорти, а також сорт Бунчук виділилися високою ЗКЗ і за ознакою маса зерна з колосу.

Таблиця 1

Ефекти загальної комбінаційної здатності за ознаками материнських сортів в чотирьохтестерних схрещуваннях, 2012 р.

Сорт	Висота	Продуктивна кущистість	Ознака основного колосу				Маса 1000 зерен	Маса зерна з рослини	
			довжина	кількість		маса зерна			
				колосків	зерен				
Землячка	6,65*	-0,43*	0,01	-0,22*	-2,54*	-0,04*	0,54	-0,56*	
Мелодія	-4,85*	-0,12	0,58*	0,13*	-0,08	-0,05*	-1,03*	-0,30*	
Богемія	12,14*	-0,13	-0,34*	0,78*	-1,84*	0,02	2,95*	-0,17*	
Бунчук	16,29*	-0,53*	0,13*	0,54*	-1,38*	0,03*	0,62*	-0,48*	
Аналог	7,02*	-0,51*	0,41*	0,28*	5,40*	0,10*	-1,01*	-0,18*	
Ювіляр Миронівський	-2,23*	-0,36*	-0,17*	-0,37*	-0,95*	-0,03	-0,26	-0,31*	
Юнона	2,16*	-0,24*	-0,25*	-0,65*	-2,39*	-0,06*	0,84*	0,47*	
Vogatka	-15,05*	0,52*	-0,03	0,07	-0,38	-0,06*	-1,46*	0,38*	
Torrild	-8,03*	0,87*	-0,07	0,55*	-0,92*	-0,02	0,72*	0,58*	
Зарніца	-14,10*	0,93*	-0,29*	0,02	5,08*	0,12*	-1,90*	1,51*	
HIP ₀₅	за середнім	1,32	0,16	0,13	0,09	0,57	0,03	0,59	0,11
	попарно	1,97	0,25	0,19	0,14	0,85	0,04	0,87	0,17

Примітка. * – різниця з середнім достовірна для 5 %-го рівня значущості.

Високу загальну комбінаційну здатність за ознаками маса 1000 зерен та маса зерна з рослини мали сорти Землячка, Богемія, Бунчук, Юнона, Bogatka, Torrid та Зарніца.

Слід відмітити сорт Ювіляр Миронівський, який за всіма ознаками мав низьку загальну комбінаційну здатність, а за ознаками маса зерна з колосу та маса 1000 зерен – середню (недостовірні оцінки ефектів).

Сорти Бунчук, Аналог, Torrid та Зарніца з високою ЗКЗ за більшістю ознак мають найбільшу кількість алелів генів, які позитивно визначають ці ознаки. Навпаки, сорти Землячка, Мелодія, Богемія, Ювіляр Миронівський, Юнона, та Bogatka з низькою ЗКЗ за більшістю ознак мають більшу частку генів, які негативно визначають відповідні ознаки.

Отримані результати слід враховувати при підборі компонентів для схрещування, так як гібриди між сортами з високою ЗКЗ та батьківськими сортами з середньою чи низькою ЗКЗ можуть бути перспективними для комбінації відповідних ознак через можливий прояв форм з вищими показниками у наступних поколіннях.

Прояв адитивних і неадитивних ефектів генів за співвідношенням варіанс ЗКЗ та СКЗ гібридів від схрещування материнських сортів. Рівні варіанс ЗКЗ та СКЗ за ознаками материнських сортів в чотирьохтестерних схрещуваннях значно різнилися (табл. 2).

V. Griffing вважає, що ЗКЗ визначається адитивними ефектами генів, а СКЗ – ефектами доміантної і епістатичної взаємодії генів [4].

V. I. Nauman вважає, що ЗКЗ включає адитивні ефекти генів і частину неадитивних, в той час як СКЗ – неадитивні ефекти генів [5].

Згідно співвідношення варіанс ЗКЗ і СКЗ адитивні ефекти генів за ознакою висота рослин переважали у гібридів з материнськими сортами Землячка (відповідно 43,35 і 6,52), Мелодія (22,68 і 16,70), Богемія (146,44 і 56,07), Бунчук (264,39 і 82,36), Аналог (48,48 і 25,82), Ювіляр Миронівський (4,10 і -2,01), Bogatka (225,68 і 24,74), Torrid (63,57 і 4,81), Зарніца (197,99 і -0,11), а неадитивні – лише з батьківським сортом Юнона (3,82 і 33,28). У середньому в досліді переважали адитивні ефекти генів (102,0 і 24,82).

За ознакою продуктивна куцистість переважали адитивні ефекти генів у гібридів від схрещування з сортами Землячка (0,17 і 0,04), Бунчук (0,27 і -0,02), Аналог (0,24 і -0,01), Ювіляр Миронівський (0,11 і 0,01), Torrid (0,74 і 0,03), Зарніца (0,85 і 0,14), а неадитивні – з сортами Мелодія (0,00 і 0,04), Богемія (0,00 і 0,25), Bogatka (0,26 і 0,33). У середньому в досліді переважали адитивні ефекти генів (0,27 і 0,08).

За ознакою довжина колосу адитивні ефекти генів переважали у гібридів від схрещування з сортами Мелодія (0,33 і 0,02), Бунчук (0,01 і 0,00), Аналог (0,16 і 0,04), Зарніца (0,08 і -0,00), а неадитивні ефекти генів – Землячка (-0,01 і 0,10), Богемія (0,11 і 0,31), Ювіляр Миронівський (0,02 і 0,12), Юнона (0,06 і 0,24), Torrid (-0,00 і -0,01). У середньому вони мали однаковий рівень (0,08 і 0,08).

Таблиця 2

Варіанси загальної і специфічної комбінаційної здатності за ознаками материнських сортів в чотирьохтестерних схрещуваннях, 2012 р.

Сорти	Висота	Продуктивна куцистість	Ознака основного колосу				Маса 1000 зерен	Маса зерна з рослини
			довжина	кількість		маса зерна		
				колосків	зерен			
Землячка	43,35*	0,17	-0,01	0,04	6,30	0,00	0,12	0,31
	6,52**	0,04	0,10	0,19	1,08	0,00	2,11	0,06
Мелодія	22,68	0,00	0,33	0,01	-0,15	0,00	0,90	0,08
	16,70	0,04	0,02	0,41	-0,18	0,00	2,66	0,27
Богемія	146,44	0,00	0,11	0,60	3,23	-0,00	8,55	0,02
	56,07	0,25	0,31	0,45	11,93	0,02	1,44	0,21
Бунчук	264,39	0,27	0,01	0,29	1,74	0,00	0,21	0,22
	82,36	-0,02	0,00	0,60	3,34	0,01	8,63	0,02
Аналог	48,48	0,24	0,16	0,07	28,96	0,01	0,85	0,03
	25,82	-0,01	0,04	0,14	5,20	0,01	2,06	0,12
Овіляр Миронівський	4,10	0,11	0,02	0,13	0,75	0,00	-0,10	0,09
	-2,01	0,01	0,12	0,55	1,18	0,00	1,29	0,12
Юнона	3,82	0,05	0,06	0,41	5,56	0,00	0,54	0,22
	33,28	0,05	0,24	0,06	2,44	0,00	1,78	0,26
Bogatka	225,68	0,26	-0,01	0,00	-0,02	0,00	1,96	0,14
	24,74	0,33	-0,01	0,31	15,53	0,01	4,80	0,59
Torrild	63,57	0,74	-0,00	0,29	0,68	0,00	0,34	0,33
	4,81	-0,03	-0,01	0,27	7,93	0,01	1,02	0,11
Зарніца	197,99	0,85	0,08	-0,00	25,68	0,01	3,43	2,28
	-0,11	0,14	-0,00	0,39	3,43	0,01	5,27	0,43
Середне	102,0	0,27	0,08	0,18	7,27	0,002	1,68	0,37
	24,82	0,08	0,08	0,34	5,19	0,01	3,51	0,22

Примітка. * – Варіанса загальної комбінаційної здатності в чисельнику,

** – варіанса специфічної комбінаційної здатності в знаменнику.

Аддитивні ефекти генів за ознакою кількість колосків у колосі переважали у гібридів від схрещування з материнськими сортами Богемія (0,60 і 0,45), Юнона (0,41 і 0,06), Torrild (0,29 і 0,27), а неадитивні – у сортів Землячка (0,04 і 0,19), Мелодія (0,01 і 0,41), Бунчук (0,29 і 0,60), Аналог (0,07 і 0,14), Ювіляр Миронівський (0,13 і 0,55), Bogatka (0,00 і 0,31), Зарніца (-0,00 і 0,39). У середньому переважали неадитивні ефекти генів (0,18 і 0,34).

За ознакою кількість зерен у колосі адитивні ефекти генів мали перевагу у гібридів, у яких материнськими сортами були Землячка (6,30 і 1,08), Аналог (28,96 і 5,20), Юнона (5,56 і 2,44), Зарніца (25,68 і 3,43), а неадитивні – Богемія (3,23 і 11,93), Бунчук (1,74 і 3,34), Ювіляр Миронівський (0,75 і 1,18), Bogatka (-0,02 і 15,53), Torrild (0,68 і 7,93). У середньому переважали адитивні ефекти генів (7,27 і 5,19).

За ознакою маса зерна з колосу у гібридів переважали, в основному, неадитивні ефекти генів – в середньому показники неадитивних ефектів склали 0,01, а адитивних 0,002.

Адитивні ефекти генів за ознакою маса 1000 зерен переважали лише у гібридів з вихідним сортом Богемія (8,55 і 1,44), а неадитивні – Землячка (0,12 і 2,11), Мелодія (0,90 і 2,66), Бунчук (0,21 і 8,63), Аналог (0,85 і 2,06), Ювіляр Миронівський (-0,10 і 1,29), Юнона (0,54 і 1,78), Bogatka (1,96 і 4,80), Torrild (0,34 і 1,02), Зарніца (3,43 і 5,27). У середньому переважали неадитивні ефекти генів (1,68 і 3,51).

За ознакою маса зерна з рослини (продуктивність) адитивні ефекти генів переважали у гібридів, одержаних від схрещування з сортами Землячка (0,31 і 0,06), Бунчук (0,22 і 0,02), Torrild (0,33 і 0,11) і Зарніца (2,28 і 0,43), а неадитивні ефекти – з сортами Мелодія (0,08 і 0,27), Богемія (0,02 і 0,21), Аналог (0,03 і 0,12), Ювіляр Миронівський (0,09 і 0,12), Юнона (0,22 і 0,26), Bogatka (0,14 і 0,59). У середньому в досліді переважали адитивні ефекти генів (0,37 і 0,22).

Слід враховувати, що якщо варіанса ЗКЗ більша за варіансу СКЗ, то у гібридів переважали адитивні ефекти генів і добір ефективно вести за фенотипом.

Комбінаційна здатність сортів-тестерів. Ефекти ЗКЗ батьківських сортів були неоднаковими (табл. 3).

За ознакою висота рослини високі ефекти загальної комбінаційної здатності були у сортів-тестерів Гордовита (1,16), Дорідна (1,50), низькі – у сортів Харус (-1,68) і Альянс (-0,98).

За ознакою продуктивна куцистість усі сорти-тестери мали середні ефекти ЗКЗ.

За довжиною колосу високу ЗКЗ мали сорти Гордовита (0,07), Харус (0,14), низьку – лише сорт Альянс (-0,22).

Високу загальну комбінаційну здатність за ознакою кількість колосків у колосі мав сорт Альянс (0,08), а сорти Гордовита (0,04) і Харус (0,04) – середню, і лише сорт Дорідна (-0,16) – низьку ЗКЗ.

Таблиця 3

Ефекти ЗКЗ та варіанси ЗКЗ і СКЗ за ознаками батьківських сортів в чотирьох-тестерних схрещуваннях, 2012 р.

Сорт	Висота	Продуктивна кущистість	Довжина колосу	Кількість колосків у колосі	Кількість зерен в колосі	Маса зерна з колосу	Маса 1000 зерен	Маса зерна з рослини	
Ефекти ЗКЗ									
Гордовита	1,16*	0,03	0,07*	0,04	0,49*	0,06*	0,71*	0,28*	
Дорідна	1,50*	0,04	-0,00	-0,16*	-0,76*	-0,07*	-0,81*	-0,16*	
Харус	-1,68*	-0,09	0,14*	0,04	0,77*	0,03*	0,15	-0,10*	
Альянс	-0,98*	0,02	-0,22*	0,08*	-0,51*	-0,03*	-0,04	-0,03	
НІР ₀₅	за сере- днім	0,76	0,10	0,07	0,05	0,33	0,02	0,34	0,07
	попарно	1,25	0,16	0,12	0,09	0,54	0,03	0,55	0,11
Варіанси ЗКЗ									
Гордовита	1,06	-0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,45	0,08	
Дорідна	1,96	-0,00	-0,00	0,02	0,52	0,00	0,60	0,02	
Харус	2,54	-0,00	0,02	0,00	0,55	0,00	-0,04	0,01	
Альянс	0,67	-0,00	0,05	0,00	0,20	0,00	-0,05	-0,00	
<i>Середнє</i>	<i>1,56</i>	<i>0,00</i>	<i>0,02</i>	<i>0,01</i>	<i>0,37</i>	<i>0,00</i>	<i>0,24</i>	<i>0,03</i>	
Варіанси СКЗ									
Гордовита	13,52	0,07	0,10	0,57	7,55	0,01	1,03	0,27	
Дорідна	37,76	0,06	0,07	0,20	3,71	0,00	1,46	0,12	
Харус	21,09	0,09	0,13	0,28	4,30	0,01	3,30	0,25	
Альянс	24,63	0,07	0,01	0,29	4,76	0,01	7,79	0,22	
<i>Середнє</i>	<i>24,25</i>	<i>0,07</i>	<i>0,08</i>	<i>0,34</i>	<i>5,08</i>	<i>0,01</i>	<i>3,40</i>	<i>0,22</i>	

За ознакою кількість зерен в колосі високу ЗКЗ мали сорти Гордовита (0,49) і Харус (0,77), а сорти Дорідна (-0,76) і Альянс (-0,51) – низьку.

За ознакою маса зерна з колосу високу ЗКЗ мали сорти Гордовита (0,06) і Харус (0,03), а сорти Дорідна (-0,07) і Альянс (-0,03) – низьку.

Високу комбінаційну здатність за ознакою маса 1000 зерен мав сорт Гордовита (0,71), низьку – сорти Дорідна (-0,81) і Альянс (-0,04), і лише сорт Харус (0,15) – середню.

За ознакою маса зерна з рослини (продуктивність) високу ЗКЗ мав сорт Гордовита (0,28), а сорти Дорідна (-0,16), Харус (-0,10) і Альянс (-0,03) – низьку.

Сорти Гордовита і Дорідна з високою ЗКЗ за більшістю ознак мають більшу частку генів, які позитивно визначають ці ознаки. Навпаки, сорти Харус і Альянс за більшістю ознак мали низьку ЗКЗ, а значить мають більшу частку генів, які негативно визначають відповідні ознаки.

Отже, отримані результати дають можливість враховувати, що сорти з неоднаковою (високою, середньою чи низькою) ЗКЗ можуть бути перспективними для комбінації відповідних ознак завдяки можливому прояву форм з вищими показниками в наступних поколіннях.

Прояв адитивних і неадитивних ефектів генів за співвідношенням варіанс ЗКЗ і СКЗ гібридів від схрещування батьківських сортів. Визначено, що рівні варіанс ЗКЗ і СКЗ за ознаками батьківських сортів-тестерів у чотирьох-тестерних схрещуваннях значно різнилися (див. табл. 3). Значно більшими вони були за СКЗ. Тому у гібридів з батьківськими сортами-тестерами Гордовита, Дорідна, Харус і Альянс переважають неадитивні ефекти генів.

Висновки. 1. Установлено, що в F_1 у топкросах за більшістю ознак рослин високу ЗКЗ з більшою часткою факторів, які позитивно визначають рівень ознаки, мали материнські сорти пшениці м'якої озимої Бунчук, Аналог і Зарниця та батьківські сорти Гордовита і Дорідна, а низьку – Землячка, Мелодія, Богемія, Ювіляр Миронівський, Юнона, Vogatka та Харус і Альянс, що є важливим при використанні їх в комбінаційній селекції.

2. Адитивні ефекти генів за більших показників варіанс ЗКЗ і менших СКЗ переважають у гібридів від схрещування материнських сортів Землячка, Бунчук, Аналог, Ювіляр Миронівський, Torrild і Зарниця (за ознакою продуктивна кущистість), Землячка, Аналог, Юнона і Зарниця (за ознакою кількість зерен з колосу), Богемія (за ознакою маса 1000 зерен), Землячка, Бунчук, Torrild і Зарниця (за продуктивністю рослин), в яких ефективно вести добір за фенотипом.

3. Рівні варіанс ЗКЗ і СКЗ за ознаками батьківських сортів-тестерів у чотирьох-тестерних схрещуваннях значно різнилися. Значно більшими (як правило, в кілька разів) були варіанси СКЗ. Тому у гібридів з вихідними сортами-тестерами Гордовита, Дорідна, Харус і Альянс переважають неадитивні ефекти генів.

4. Установлено високі ефекти СКЗ за продуктивністю рослин F_1 гібридів у наступних гібридних комбінаціях: Землячка / Гордовита (0,42), Богемія / Гордовита (0,40), Зарніца / Гордовита (1,01), Богемія / Дорідна (0,39), Vogatka / Дорідна (0,86), Бунчук / Харус (0,35), Аналог / Харус (0,56), Юнона / Харус (0,72), Vogatka / Харус (0,71), Мелодія / Альянс (0,90), Юнона / Альянс (0,26), Torrild / Альянс (0,58).

Установлені закономірності комбінаційної здатності є важливими для ефективного використання досліджених сортів пшениці м'якої озимої в селекції.

Список використаних джерел

1. Шелепов В. В. Морфология, биология, хозяйственная ценность пшеницы / В. В. Шелепов, В. М. Маласай, А. Ф. Пензев, В. С. Кочмарский, А. В. Шелепов. – Мироновка, 2004. – 525 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Федин М. А. Статистические методы генетического анализа / М. А. Федин, Д. Я. Силис, А. В. Смиряев. – М.: Колос, 1980. – 207 с.
4. Griffing B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance / Griffing B. // Heredity. – 1956. – V. 10. – P. 31-50.
5. Hayman B. The Theory and Analysis of Diallel Crosses / B. Hayman // Genetics. – 1960. – V. 45, № 2. – P. 155-172.