

УДК 631.522/.524

М.А. Сердюк, кандидат сільськогосподарських наук
П.І.Тесновець, О.М. Сердюк, наукові співробітники
КИЇВСЬКА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ

РЕЗУЛЬТАТИ СЕЛЕКЦІЇ КОСТРИЦІ ЛУЧНОЇ ТА СТОКОЛОСУ БЕЗОСТОГО

Основним завданням селекційної роботи з багаторічними травами є створення високопродуктивних сортів, максимально адаптованих до біотичних і абіотичних факторів. Досягнення його лежить у площині застосування сучасних методів створення вихідного матеріалу різних видів трав, диференційованого їх використання залежно від наявності або відсутності поліплоїдних рядів.

Селекція сільськогосподарських культур ведеться лінійним і

© *М.А. Сердюк, П.І.Тесновець, О.М. Сердюк, 2010*

комбінаційним методами. Лінійний метод використовується переважно у самозапильних видів, коли виділений елітний фенотип розмножується як чиста лінія і згодом стає родоводом нового сорту. У зв'язку з входженням України в Міжнародну організацію із захисту прав на сорти рослин (UPOV), у Європейську організацію економічного співробітництва і розвитку (OECD) та прийняття правил цієї організації у веденні насінництва, постає питання щодо перегляду та кардинальної зміни схем і методів селекційної роботи, спрямованих на створення абсолютно чистолінійних сортів самозапильних культур.

У перехреснозапильних видів лінійна селекція ефективна на початкових стадіях, коли проводиться розподіл вихідної популяції, з якої добираються елітні фенотипи з послідовим вільним перезапиленням і розмноженням. Методом лінійної селекції не просто створити щось нове, а добирається лише те, що є у вихідній популяції. Якщо якась ознака у популяції контролюється шістьма генами, один з яких у ній знаходиться в рецесивному стані, то ніякі добори з цієї популяції не переведуть цей ген у гетерозиготний або домінантний стан і не підвищать рівень прояви такої ознаки. І навпаки, метод комбінаційної селекції дає можливість перевести шляхом гібридизації визначеного вихідного матеріалу більшість генів у домінантний або гетерозиготний стан і значною мірою підвищити прояв ознаки. При цьому обов'язковим є вивчення генетико-біометричних параметрів батьківських компонентів та гібридів: комбінаційної здатності, гетерозису, ступеня домінування, стадії асоціації генів, меж направленої добору, неалельної взаємодії генів.

З багаторічних злакових трав диплоїдний вид костриці лучної має 14 основних і 0-16 додаткових В-хромосом [1]. Приймаючи до уваги той факт, що такі додаткові В-хромосоми є майже у 50 видів злаків [2], а їхній вплив на морфологічні ознаки у диплоїдів незначний [3], застосували діалельні схрещування й провели діалельний аналіз з кострицею лучною (дослідження з кострицею лучною проведені П.І.Тесновцем).

Стосовно до стоклоосу безостого, який є автоаллооктоплоїдом з геномною формулою AAAABBBB і характеризується широким поліплоїдним рядом [4], спроба застосувати діалельний аналіз не дала надійних результатів (протягом декількох років отримували сумнівні дані). Мали задовольнятися у парних схрещуваннях визначенням ступеня домінування за формулою Griffing'a [5] і

класифікацією за Veil'ом і Atkins'ом [6], а також визначенням соматичного відносного та істинного гетерозису і загальної комбінаційної здатності. Такий підхід у створенні високопродуктивного вихідного матеріалу з метою виведення нових сортів-синтетиків стоколосу безостого у нашому випадку виявився результативним.

Метою наших досліджень було показати практичні результати зі створення нових сортів костриці лучної і стоколосу безостого з високим рівнем гарантованих приростів сухої речовини та теоретичного обґрунтування можливості їх подальшого поліпшення селекційним шляхом.

Вихідний матеріал та методи проведення дослідження. Кращим варіантом в комбінаційній селекції є генетична різноманітність і стабільність батьківських компонентів. У дослідженнях, що проводились в 1997-2008 рр., використані дикорослі біотики костриці лучної, дібрані в різних екотопах (ліс, болото, луки, балки) Чернігівської області, а по стоколосу безостому – біотики сортів та гібридів різного еколого-географічного походження.

Гібридизація проводилась за принципом біотип / біотип в умовах строгої просторової екранної ізоляції за діалельними схемами (9 / 9) та (4 / 4) для костриці лучної та парним методом – для стоколосу безостого. У результаті було одержано 42 діалельні напівгібриди (теоретично 50% гібридного насіння + 50% насіння батьківських біотипів) костриці лучної та 50 парних напівгібридів стоколосу безостого. Діалельні напівгібриди F_1 , F_2 , F_3 , V_1 , V_2 та батьківські біотики (P) костриці лучної вивчалися на однорядкових ділянках у шестиразовій повторності. Урожайність зеленої маси визначалась в кг з погонного метра. Парні напівгібриди $F_1 - F_2$ та батьківські біотики (P) стоколосу безостого вивчалися за суцільної сівби на ділянках 2 м² у шестиразовій повторності. Урожайність зеленої маси визначалась в кг з 1 м². Реципрокні схрещування 25 біотипів сортів стоколосу безостого та розмноження гібридів до F_2 проводили в екранному ізоляторі на відстані між гібридними комбінаціями 50 м. Отримане насіння гібридів F_1 використовували для закладки дослідів з вивчення основних генетико-біометричних параметрів та розмножували в екранному ізоляторі для наступної сівби насіння F_1 і F_2 у дослідях рядками довжиною 2 м за схемою: перший батьківський сорт (P₁); другий – F_2 (P₁ / P₂); третій – F_2 (P₂ / P₁); четвертий – другий

батьківський сорт (P_2). За такою ж схемою було висіяно і насіння стоколосу безостого в F_1 .

Для вивчення характеру успадкування і рівня гетерозису визначали ступінь фенотипічного домінування hp за формулою В. Griffing'a [5]:

$$hp = \frac{Fn - MP}{HP - MP}, \text{ де}$$

hp - оцінка ступеня домінування; F_n - середнє арифметичне ознаки у рослин гібрида n -го покоління; MP - середнє арифметичне ознаки в обох батьківських форм; HP - значення ознаки у батьківського сорту з максимальним його проявом. Групування отриманих даних проводили згідно з класифікацією G.M.Beil'a, R.E.Atkins'a [6].

Клас домінування	Числове значення hp
Гетерозис (позитивне наддомінування)	$hp > 1$
Повне позитивне домінування	$hp = 1$
Часткове позитивне домінування	$0 \hat{a} hp \hat{a} 1$
Проміжне успадкування	$hp = 0$
Часткове негативне домінування	$- 1 \hat{a} hp \hat{a} 0$
Повне негативне домінування	$hp = -1$
Депресія	$hp = \hat{a} -1$

Генетико-біометричні параметри визначались за формулами: відносний гетерозис : $h = F_1 - (P_1 + P_2)/2$; ступінь домінування: $d = h/d$, де h - відносний гетерозис; $d = (P_1 - P_2)/2$; загальна комбінаційна здатність: $ЗКЗ = F_i - F_{ij}$, де F_i - середнє значення для сім'ї з одним спільним батьківським компонентом і F_{ij} - середнє значення для всіх гібридів. Складніші формули використані для теоретичного обґрунтування можливості удосконалення комбінаційних сортів, приведені в ході обговорення отриманих результатів досліджень і взяті з Мазер К., Джинкс Дж.[7] та Mather К.[8].

Результати досліджень та їх обговорення. Результати досліджень свідчать про те, що 36 діалельних гібридів костриці лучної, отриманих по схемі (9 / 9), за урожайністю зеленої маси відрізняються між собою, при цьому розмах варіабельності становить 1,60 - 1,30 = 0,30 кг/пог.м. Суттєве перевищення над середньою урожайністю ($F_1 = 1,47$ кг/ пог.м) характерне для 7 гібридів (табл. 1).

Середній гетерозис становить 0,12 кг/ пог.м або 8,2%, а суттєво перевищують середнє значення 8 гібридів, при цьому взаємо-

зв'язку між урожаєм зеленої маси та гетерозисом немає. Високою позитивною загальною комбінаційною здатністю (ЗКЗ) відрізняються P_7 та P_8 (0,05 і 0,04 відповідно), що підтверджується їх участю в 6 із 8 високопродуктивних гібридів.

Таблиця 1. Урожайність зеленої маси діалельних гібридів костриці лучної, кг/пог.м (2005-2006 рр.)

Біотипи	1	2	3	4	5	7	8	9	10
1	1,23	0,15	0,15	0,15	0,16	0,23*	0,13	0,19*	0,26*
2	1,40	1,27	0,14	0,23*	0,11	0,21*	0,16	0,18*	- 0,01
3	1,23	1,45	1,34	- 0,04	- 0,01	0,03	0,11	0,14	0,11
4	1,45	1,57*	1,32	1,37	0,07	- 0,05	0,01	- 0,02	0,06
5	1,48	1,45	1,36	1,46	1,40	0,10	0,05	0,16	0,15
7	1,55*	1,55*	1,40	1,34	1,50	1,40	0,15	0,24*	0,20*
8	1,48	1,51	1,48	1,41	1,47	1,57*	1,43	0,17	0,14
9	1,47	1,48	1,47	1,33	1,52	1,60*	1,54*	1,32	0,16
10	1,55*	1,30	1,45	1,42	1,52	1,57*	1,53	1,49	1,34
Fi	1,40	1,46	1,42	1,41	1,46	1,51	1,50	1,49	1,48
ЗКЗ	0,01	- 0,01	- 0,05	- 0,06	- 0,01	+ 0,05	+ 0,04	0,02	0,01

$НІР05 = 0,06$ кг/пог.м.

Примітка. За діагоналлю (жирним шрифтом) – урожайність зеленої маси батьківських біотипів; зліва від діагоналі – урожайність зеленої маси гібридів; справа – гетерозис відносний.

Для характеристики гібридів важливе значення має також такий генетико-біометричний параметр, як ступінь (міра) середнього домінування генів. Ступінь середнього домінування – це міра відносних властивостей батьківських генів. Високі значення (> 1) цього показника вказують на перевагу домінантних і гетерозиготних алелів у одного з батьківських компонентів, що проявляється високим позитивним гетерозисом у гібридів.

Вивчення гібридів костриці лучної за чотирма параметрами дало можливість відібрати кращі (табл. 2).

Результати свідчать про те, що з відібраних за урожайністю зеленої маси (УЗМ), гетерозисом і ступенем домінування 13 гібридів три (2 / 4), (5 / 9) і (5 / 10) характеризуються від'ємною або нульовою ЗКЗ. Ці гібриди не представляють селекційної цінності тому, що їхня висока специфічна комбінаційна здатність (СКЗ) (0,17; 0,04 і 0,05 відповідно) значно перевищує ЗКЗ батьківських компонентів, і тому вони непридатні для проведення селекційних робіт з удосконалення шляхом добору. Найкращими комбінантами є біотипи 7 і 8 (мають високу позитивну ЗКЗ і

входять до складу 90% кращих гібридів). Друге місце займають біотиби 9 і 10: їхня позитивна ЗКЗ у три рази менша ніж ЗКЗ біотипів 7 і 8, а частка в кращих гібридах становить 50%.

Таблиця 2. Характеристика гібридних комбінацій костриці лучної (2005-2006 рр.)

Гібриди	F1	УЗМ $\frac{P_1+P_2}{2}$	h		Ступінь домінування h/d
			кг/пог. м.	%	
(1 / 7)	1,55	1,32	0,23	17,4	3,0
(1 / 10)	1,55	1,29	0,26	20,1	5,2
(2 / 4)	1,57	1,32	0,25	18,9	5,0
(2 / 7)	1,55	1,34	0,21	15,7	3,5
(2 / 8)	1,51	1,35	0,16	11,8	2,0
(5 / 7)	1,50	1,40	0,10	7,1	? ?
(5 / 9)	1,52	1,36	0,16	11,8	4,0
(5 / 10)	1,52	1,37	0,15	10,9	5,0
(7 / 8)	1,57	1,42	0,15	10,6	7,5
(7 / 9)	1,60	1,36	0,24	17,6	6,0
(7 / 10)	1,57	1,37	0,20	14,6	6,7
(8 / 9)	1,54	1,37	0,17	12,4	3,4
(8 / 10)	1,53	1,39	0,14	10,1	3,5

За результатами досліджень, до складу перспективного номера-синтетика мають входити біотиби 7, 8, 9, 10 (зменшення числа біотипів небажане). Ці біотиби при взаємному перезапиленні дадуть 6 комбінацій F₁, середня урожайність яких і буде теоретичним урожаєм номера. Проте розпочате ще в 1998 р. вивчення усіх 9 біотипів – учасників діалельного аналізу показало, що найпродуктивнішими були біотиби 4, 5, 7 і 8. Ці біотиби лише за даними врожайності були об'єднані в номер 4578, який був переданий на державне сортовипробування і районований у 2005 р. як сорт Сіверянка. Тому паралельно з розмноженням і випробуванням цього номера проводився його діалельний аналіз за схемою (4 / 4). Його результати приведено в таблиці 3. У верхній частині таблиці розміщені фактичні середні дані урожайності зеленої маси семи поколінь. Аналіз цих даних базується на адитивно-домінантній моделі $F_1 = (P_1 + P_2) / 2$, де діють лише дискретні ефекти гомозиготних [d] та гетерозиготних [h] генів без ніякої їх зміни і взаємодії між ними. Тому адитивно-домінантну модель можна назвати гомозиготно-гетерозиготною або [d / h] - моделлю. Практично відхилення від [d / h] - моделі проявляється у вигляді гетерозису, коли в результаті гібридизації стан генів змінюється: а) гетерозиготні гени стають гомозигот-

ними, а гомозиготні – гетерозиготними, між ними виникає взаємодія. У результаті цього приведена вище формула приймає вигляд $F_1 = (P_1 + P_2) / 2 \pm h$. Відхилення від $[d / h]$ - моделі (наявність гетерозису) виявляється, у першу чергу, за допомогою тестів масштабності А, В і С, які вираховуються за формулами: $A = 2B_1 - P_1 - F_1$, бо $B_1 = 1/2 F_1 + 1/2 P_1$; $B = 2B_2 - P_2 - F_1$, бо $B_2 = 1/2 F_1 + 1/2 P_2$; $C = 4F_2 - 1/2 F_1 - P_1 - P_2$, бо $F_2 = 1/2 F_1 + 1/4 P_1 + 1/4 P_2$. Ці формули засвідчують, що чим ближче А, В і С до 0, тим менше відхилення від $[d / h]$ - моделі.

Таблиця 3. Урожайність зеленої маси і окремі генетико-біометричні параметри у діалельній схемі (4 / 4), (2000-2006 рр.)

Комбінації По-ї колін-ня	(4 / 5)	(4 / 7)	(4 / 8)	(5 / 7)	(5 / 8)	(7 / 8)
P1	1,18	1,18	1,18	1,01	1,01	1,17
P2	1,01	1,17	0,74	1,17	0,74	0,74
F1	1,52	1,29	1,27	1,40	1,14	1,22
F2	1,42	1,31	1,38	1,43	1,54	1,45
F3	1,42	1,35	1,41	1,55	1,47	1,48
B1	1,20	1,20	1,21	1,26	1,14	1,27
B2	1,40	1,24	1,27	1,19	1,33	1,30
A	- 0,21	- 0,07	0,19	0,03	0,26	0,36
B	0,13	0,02	0,31	- 0,11	0,64	0,42
C	0,45	0,31	1,06	0,74	2,13	1,45
m	1,58	1,54	1,52	1,91	2,09	1,61
[d]	0,09	0,01	0,22	0,08	0,13	0,22
[h]	- 0,56	- 0,66	- 0,31	- 1,41	- 1,26	- 0,26
[i]	- 0,48	- 0,36	- 0,56	- 0,82	- 1,22	- 0,66
[J]	- 0,57	- 0,09	- 0,12	- 0,14	- 0,38	- 0,06
[I]	0,51	0,41	0,06	0,90	0,31	- 0,13
h фактич.	0,42	0,10	0,33	0,31	0,26	0,32
h теорет.	0,43	0,11	0,38	0,33	0,27	0,27
H	0,0056	0,0056	0,0056	0,0172	0,0672	0,0928
D	0,0004	0,0004	0,0004	0,0010	0,0082	0,0312
Ступінь домінування (факт.)	4,6	11,0	1,4	4,1	2,0	1,6
?H/D	3,74	3,7	3,7	4,1	2,8	1,7
?D/H	0,0015	0,0015	0,0015	0,0041	0,0234	0,0538
VB1 ñ V B2	-	-	-	0,0017	0,0177	0,0196
?D/H	0,27	0,27	0,27	0,34	0,24	0,57
gd	0,24	0,06	0,67	0,12	0,14	0,74

Просте підсумовування цих тестів показує, що найбільше відхилення від 0 характерне для комбінацій (5 / 8) і (7 / 8), а найменше – для комбінації (4 / 7).

Фактичні дані за величиною гетерозису це підтверджують: $h = y(5 / 8) = 0,26$, $y(7 / 8) = 0,32$, $y(4 / 7) = 0,10$ кг/пог.м, тобто чим більше відхиляються тести АВС від 0, тим більший гетерозис. У формулах з визначення тестів масштабності на першому місці знаходиться покоління F_2 , B_1 і B_2 . З цього полягає їхнє практичне значення. Цінними для селекції будуть комбінації, у яких наведені тести позитивні і за абсолютним значенням найбільше відхиляються від 0. Лише для таких комбінацій існує найбільша вірогідність добору трансгресивних форм. У дослідженнях це – комбінації (5 / 8) і (7 / 8). Параметри [d] і [h] (ефекти гомозиготних і гетерозиготних генів відповідно) визначаються за формулами: $[d] = \frac{1}{2}P_1 - \frac{1}{2}P_2$; $[h] = 6 B_1 + 6 B_2 - 8 F_2 - F_1 - 1\frac{1}{2}P_1 - 1\frac{1}{2}P_2$ і вказують на їхній напрям дії і величину. [D] має завжди позитивне значення, а [h], як видно із формули, дуже рідко може бути позитивним. Це пояснюється тим, що при сталій кількості генів перехід гомозиготних у гетерозиготні при гібридизації зменшує кількість перших і збільшує останніх.

Взаємодію між [d] і [h] - ефектами відображають формули: $[i] = 2B_1 + 2B_2 - 4F_2$ - взаємодія d / d / d (домінування / домінування); $[J] = 2B_1 - P_1 - 2B_2 + P_2$ - взаємодія d / h / h і d / d / h (домінування / гетерозиготність); $[l] = P_1 + P_2 + 2F_1 + 4F_2 - 4B_1 - 4B_2$ - взаємодія h / h / h (гетерозиготність / гетерозиготність).

Зв'язок між параметрами [i], [J], [l] і тестами масштабності А, В і С можна визначити за допомогою формул:

$$A = \frac{1}{2}(-[i] - [l] + [J]); B = \frac{1}{2}(-[i] - [l] - [J]); C = -2[i] - [l].$$

З вищеприведеного параметри [h] – ефекти гетерозиготних генів, [l] – взаємодія між гетерозиготними генами та [i] – взаємодія між гомозиготними генами мають важливе практичне значення в комбінаційній селекції. За допомогою математичних підрахунків виводиться формула гетерозису: $h = [h] + [l] - [i]$. З цієї формули випливає важливий у практичному відношенні висновок: [h] і [l] в цінних комбінаціях мають бути з одним знаком (+) або (-). У цьому випадку проявляється комплементарна (доповнююча) дія генів. Коли ж [h] і [l] з різними знаками, настає епістатична (дуплікатна) дія генів. У літературі ці явища звичайно подаються під назвами комплементарний та дуплікатний епістаз. У дослідженнях вимогам комплементарного епістазу відповідала

лише одна комбінація – (7 / 8).

Найскладніші для розуміння параметри H і D . Це статистичні величини (статистика) 2-го порядку, на відміну від статистики 1-го порядку h і d . Це сума квадратів ефектів окремих генів, тобто: $H = [h_1]^2 + [h_2]^2 + \dots + [h_n]^2$ і $D = [d_1]^2 + [d_2]^2 + \dots + [d_n]^2$. Параметри H і D вираховуються за формулами: $V_{B_1} + V_{B_2} = 1/2 H + 1/2 D$ і $V_{F_2} = 1/2 D + 1/4 H$, де V_{B_1} , V_{B_2} і V_{F_2} – дисперсії відповідних поколінь, які вираховуються за експериментальними даними. Із формул видно, що $1/4 H = V_{B_1} + V_{B_2} - V_{F_2}$. Вирахуване H підставляється в одну з формул і тоді вираховується D . Величина відхилення параметрів H і D від 0 вказує на селекційну цінність комбінацій. Найбільше цій вимозі відповідала комбінація (7 / 8).

Якщо ступінь домінування h/d постійна за величиною і за знаком для всіх генів, то $(V_{B_1} - V_{B_2}) = \sqrt{D \cdot H}$. Варіабельність ступеня домінування приводить до того, що $\sqrt{D \cdot H}$ буде більшим від $(V_{B_1} - V_{B_2})$. Це вказує на те, що певна частина генів одного (P) рецесивні по відношенню до відповідних генів другого P .

$\sqrt{H/D}$ – дає оцінку ступеня середнього домінування h/d . Результати, приведені в таблиці 3 свідчать про те, що ці 2 показники ідентичні між собою (H і D для комбінацій (4 / 5), (4 / 7) і (4 / 8) не вираховувались окремо за недостатністю фактичних даних). Ступенем асоціації генів – rd . Він може коливатись в інтервалі (0.....1) і показувати наскільки домінантні і рецесивні гени зв'язані з батьківськими компонентами. Коли 2 типи генів розсіяні дисперсно в обох P , $rd = 0$, а $rd = 1$, коли домінантні і рецесивні гени асоційовані (розміщені) у тому чи другому P , тобто P_1 – домінант за всіма генами, а P_2 – рецесив. Схематично це виглядає так: P_1 – ABCD/ABCD і P_2 – abcd/abcd. Ступінь асоціації rd вираховується за формулою: $rd = d / (2x \pm [h] \sqrt{D/H})$. У наших дослідженнях rd для комбінації (7 / 8) буде: $rd (7 / 8) = 0,22 / (2 \times 0,26 \times 0,57) = 0,22 / 0,29 = 0,74$. Практичне селекційне значення мають гібриди з рівнем rd , близьким до 1.

Важливим для комбінаційної селекції є генетико-біометричний параметр m . Це середнє значення ознаки в теоретичній інбредній, так званій вандервінської популяції F [9]. Іншими словами, це та середня величина ознаки, якої можна досягти у результаті направленою добору. За формулою: $m_{\infty} = 1/2 P_1 + 1/2 P_2 + 4 F_2 - 2 V_{B_1} - 2 V_{B_2}$ вираховується $m_{\infty} (F^{\infty}$ – метрика). Після математичних перетворень вищенаведена формула перетворюється у $m_{\infty} = 2P$, тобто подвоєне значення усіх батьківських компонентів, що

приймали участь у формуванні F_{∞} - популяції. У проведених дослідженнях це буде: $\bar{m} = 2(P_4 + P_5 + P_7 + P_8)/4 = 2 \times 1,02 = 2,04 \pm 0,07$. З практичної точки зору так виглядає генетичний потенціал нашого вихідного матеріалу, тобто біотипів P_4 , P_5 , P_7 і P_8 . Усе, що перевищує 2,04, то є помилкою природи (мутація) або експерименту.

Одержані протягом п'яти років результати показали, що біотиби 7 і 8 найбільш придатні для практичної селекції. У 2004-2005 рр. вони були розмножені при взаємному перезапиленні. Одержаний таким чином номер був переданий на державне сорто випробування за назвою Катріна. Створений методом комбінаційної селекції сорт-синтетик костриці лучної Катріна, за даними державного сорто випробування, забезпечив приріст сухої речовини 1,46 т/га або 25,7% до стандарту і зайняв перше місце у лісостеповій зоні серед районаних у країні сортів (табл. 4). Він занесений до Реєстру сортів рослин України на 2009 рік.

Таблиця 4. Урожайність сухої речовини сортів костриці лучної (дані Українського інституту експертизи сортів рослин)

Назва сортів	Рік занесення до Реєстру	Урожайність сухої речовини, т/га	± до стандарту	
			т/га	%
Зірочка 5 (Полісся)	1997	5,40	0,004	0,1
Лігава (Полісся)	2001	7,38	0,18	2,6
Ліфара (Лісостеп)	2002	4,11	0,1	2,9
Ліфара (Полісся)	2002	5,45	0,0	0,0
Сену (Полісся)	2002	3,93	0,0	0,0
Сену (Лісостеп)	2002	3,65	0,0	0,0
Сіверянка (Лісостеп)	2005	5,12	0,0	0,0
Сіверянка (Полісся)	2005	5,21	0,0	0,0
Венера (Лісостеп)	2005	5,07	0,0	0,0
Венера (Полісся)	2005	4,63	0,0	0,0
Діброва (Лісостеп)	2007	3,35	0,0	0,0
Діброва (Полісся)	2007	7,84	2,57	52,2
Катріна (Лісостеп)	2009	5,67	1,46	25,7

Примітка. Жирним шрифтом виділені сорти Київської дослідної станції ННЦ «ІЗ УААН».

Для автоаллооктоплоїдного з широким поліплоїдним рядом виду стоколосу безостого з геномною формулою AAAABVVVV спроба застосувати діалельний аналіз закінчилась невдачею із-за нестійких за роками результатів досліджень. Це могло зумовлюватись як широким поліплоїдним рядом, наявністю

додаткових В-хромосом [10, 11], так і тим, що у формуванні стоколосу безостого приймали участь різні види цієї культури. У популяції стоколосу безостого зустрічаються автоаллопентаплоїди, автоаллогексаплоїди, автоаллодекаплоїди, які утруднювали як геномний, так і діалельний аналіз. Для успішного застосування діалельного аналізу, у першу чергу, слід розділити популяцію стоколосу безостого за кількістю хромосом у поліплоїдний ряд.

Таблиця 5. Генетико-біометричні параметри гібридів F1 сортів стоколосу безостого (2001-2003 рр.)

Гібридна комбінація	Соматичний гетерозис, %		Ступінь фенотипічного домінування (hp)	Загальна комбінаційна здатність (ЗКЗ) кг/М ²
	відносний	істинний		
S № 5054 / СП -3-28	13,7	7,2	3,5	+ 0,12
Козаровицький мутант / Baylor	16,4	6,4	4,1	+1,42
Козаровицький мутант / АК-1	39,0	30,5	4,9	+0,42
Козаровицький мутант / Козаровицький	36,5	17,0	4,7	+2,82
Козаровицький / Козаровицький мутант	36,5	17,0	2,9	+2,82
Моршанський 312 / Козаровицький	16,9	4,3	3,9	+1,82
Carlton / Козаровицький	5,0	4,3	4,8	+0,32
Причорноморський / Козаровицький	25,5	4,6	2,6	+1,02
Baylor / Козаровицький	19,2	5,2	3,4	+1,82
ХМ № 6 / Козаровицький мутант	16,4	6,4	2,5	+0,92

У наших дослідженнях з 50 гібридних комбінацій лише невелика кількість (20%) виявилась придатною для послідувочої селекційної роботи з ними (табл.5). Комбінації S-5054 x СП-3-28, Козаровицький мутант / Baylor, Козаровицький мутант / АК-1, Козаровицький мутант / Козаровицький, Козаровицький / Козаровицький мутант, Моршанський 312 / Козаровицький, Carlton / Козаровицький, Причорноморський / Козаровицький, Baylor / Козаровицький, ХМ-6 / Козаровицький мутант мали високий рівень соматичного відносного та істинного гетерозису, ступеня фенотипічного домінування і ЗКЗ. Батьківськими комбінантами цих комбінацій були як інтродуковані в країну сорти (канадські – S-5054 та Carlton, американський – Baylor, російські – Моршанський 312 і СП-3-28), так і вітчизняні – Козаровицький, Козаровицький мутант та Причорноморський. Результати цих досліджень засвідчили, що чим віддаленіші сорти за походженням, тим кращі у гібридів з їх участю генетико-біометричні показники. Виключенням є гібридна комбінація з участю вітчизняних сортів Козаровицький / Козаровицький

мутант. Але в цьому випадку слід зауважити, що Козаровицький мутант отриманий з насіння сорту Козаровицький, замоченого у 0,005% розчині етиліміну в Інституті зрощуваного землеробства і має змінену генетичну структуру, а сорт Причорноморський також отриманий в цьому ж інституті шляхом гібридизації сорту Fox (материнська форма) із сортом Козаровицьким (батьківська форма). З метою створення нового високоадаптивного сорту майже в усі гібридні комбінації був включений сорт Козаровицький – один з найадаптованіших сортів до природних умов України, і довголіття якого в лугових ценозах сягає понад 20 років. Як відомо, адаптивна здатність тісно пов'язана з екологічними умовами створення сорту і тому розраховувати на сорти лише іншорайонного походження, що створювались під впливом іншого комплексу ґрунтового-кліматичних, біотичних і абіотичних факторів, не слід.

Результати подальшого вивчення стабільності генетико-біометричних показників різних гібридних комбінацій стоколосу безостого засвідчило, що гібридні комбінації зі стабільно високими показниками ступеня фенотипічного домінування та успадкування в F_2 , як правило, мали і високі показники гетерозису та загальної комбінаційної здатності.

У дослідах з 50 гібридних комбінацій ступінь домінування та успадкування в F_2 за продуктивністю біомаси в середньому за 8 (2001-2008 рр.) років були найвищими і за класом наддомінування стабільними лише у гібридів: Козаровицький мутант / Козаровицький, Козаровицький / Козаровицький мутант, Козаровицький мутант / АК-1, Козаровицький мутант / Baylor, Baylor / Козаровицький, Моршанський 312 / Козаровицький, Carlton / Козаровицький, S – 5054 / СП – 3 – 28, Причорноморський x Козаровицький, ХМ – 6 / Козаровицький мутант (табл. 6, 7).

У іншому досліді в середньому за 7 (2002-2008 рр.) років отримано підтвердження таких результатів. Добір саме на цих гібридних комбінаціях, з визначенням їхньої ЗКЗ, стали основою для створення нових номерів стоколосу безостого, зокрема і 9-компонентного сорту-синтетика Арсен. Вихідний матеріал, створений шляхом добору на вищенаведених гібридних комбінаціях, використаний також при створенні чотирьох номерів-синтетиків, які виявили явну перевагу над номерами-синтетиками, створеними на основі елітних рослин, дібраних на гібридних комбінаціях без урахування рівня ступеня домінування

та успадкування за класом наддомінування.

Таблиця 6. Ступінь фенотипічного домінування (hp) у гібридів F₂ сортів стоколосу безостого (2001-2008 рр.)

Гібридна комбінація	Ступінь фенотипічного домінування по роках							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
S ñ 5054 / СП ñ3ñ28	3,6	2,8	4,2	3,5	2,9	4,1	3,5	2,8
Козаровицький мутант / Baylor	4,2	3,9	4,1	4,0	3,8	3,3	3,1	4,4
Козаровицький мутант / АКñ1	2,9	3,1	2,6	0,96	2,9	3,3	2,8	0,89
Козаровицький мутант / Козаровицький	5,1	4,6	4,3	4,0	5,3	4,8	3,9	1,0
Козаровицький / Козаровицький мутант	3,2	2,9	2,7	3,9	2,8	3,8	4,1	3,5
Моршанський 312 / Козаровицький	3,6	4,1	3,9	1,0	2,9	3,3	3,1	0,99
Carlton / Козаровицький	5,0	4,3	5,1	4,5	5,5	4,7	4,1	3,9
Причорноморський / Козаровицький	2,8	2,1	3,0	3,2	2,9	3,5	2,7	1,0
Baylor / Козаровицький	3,5	3,1	3,7	2,5	3,4	3,0	2,1	2,8
ХМñ6 / Козаровицький мутант	2,1	1,8	2,5	1,0	2,9	1,8	1,5	2,2

При взаємному перезапиленні дев’яти груп біотипів, дібраних на гібридних комбінаціях біотипів різного еколого-географічного походження: Козаровицький мутант / Козаровицький, Козаровицький / Козаровицький мутант, ХМ-6 / Козаровицький, Козаровицький мутант / Baylor, Козаровицький мутант / АК-1, Моршанський 312 / Козаровицький, S-5054 x СП-3-28, Carlton / Козаровицький, Причорноморський / Козаровицький, які мали високу ЗКЗ, створений новий сорт-синтетик Арсен. За даними державного сорто випробування цей сорт у поліській зоні України перевищив стандарт на 25,8% сухої речовини і зайняв перше місце в Україні серед районованих сортів. Приріст сухої речовини цього сорту 1,81 т/га ідентична майже 1 т зерна вівса при вирощуванні його на сіно та понад 1 т – на сінаж (табл. 8). Сорт занесений до Реєстру сортів рослин України на 2009 рік.

При створенні сорту стоколосу безостого Геліус застосовувались сім груп біотипів, дібраних на гібридних комбінаціях сортів різного еколого-географічного походження: S – 5054 / СП-3-28,

Козаровицький мутант / Baylor, Козаровицький мутант / АК-1, Моршанський 312 / Козаровицький, Carlton / Козаровицький, Baylor / Козаровицький, Козаровицький мутант / Козаровицький, які мали високий ступінь фенотипічного домінування (у середньому за 2001-2003 рр.) – 3,5; 4,1; 4,9; 3,9; 4,8; 3,4; 4,7 відповідно. Сорт забезпечив гарантоване зростання врожайності за даними державного сортовипробування: у степовій зоні 11,6%, у лісостеповій – 15,2% до стандарту, і занесений до Реєстру сортів рослин України з 2004 року.

Таблиця 7. Успадкування маси рослин (г) гібридами F₂ сортів стоколосу безостого (2001-2008 рр.)

Гібридна комбінація	Клас домінування по роках							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
S № 5054 / СП №3№28	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД
Козаровицький мутант / Baylor	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД
Козаровицький мутант / АК№1	НДД	НДД	НДД	ЧПД	НДД	НДД	НДД	ЧПД
Козаровицький мутант / Козаровицький	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	ППД
Козаровицький / Козаровицький мутант	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД
Моршанський 312 / Козаровицький	НДД	НДД	НДД	ППД	НДД	НДД	НДД	ЧПД
Carlton / Козаровицький	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД
Причорноморський / Козаровицький	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	ППД
Baylor / Козаровицький	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД	НДД
ХМ№6 / Козаровицький мутант	НДД	НДД	НДД	ППД	НДД	НДД	НДД	НДД

Примітка. НДД – позитивне наддомінування; ППД – повне позитивне домінування; ЧПД – часткове позитивне домінування.

У створенні сорту стоколосу безостого Вишгородський приймали участь дев'ять груп біотипів, дібраних на сортах різного еколого-географічного походження: Козаровицький, Полтавський 30, Полтавський 52, Моршанський 312, Дніпровський, Краснодарський 24, Павловський 22/05, Узунгірський, Гориньський 231. У результаті вільного перезаплення згаданих

груп біотипів був виведений новий сорт, який за даними державного сортовипробування забезпечив прибавку сухої речовини на 5% і занесений до Реєстру сортів рослин України з 1997 року. Таким чином, результати селекційної роботи зі стокolosом безостим засвідчили, що найвищі прирости сухої речовини забезпечив метод створення сортів-синтетиків з обов'язковим визначенням ступеня домінування та інших генетико-біометричних показників (рис.). Сорти Арсен та Геліус створені з використанням методу комбінаційної селекції.

Таблиця 8. Урожайність сухої речовини сортів стокolosу безостого (дані Українського інституту експертизи сортів рослин)

Назва сортів	Рік занесення до Реєстру сортів	Урожайність сухої речовини, т/га	± до стандарту	
			т/га	%
Вишгородський (Полісся, Лісостеп)	1997	8,57	0,39	5,0
Всеслав (Степ)	2002	6,45	0,43	8,4
Марс (Лісостеп)	2001	4,17	0,0	0,0
Полтавський 5 (Полісся)	2002	7,59	1,21	22,8
Геліус (Степ)	2004	7,49	0,73	11,6
Геліус (Лісостеп)	2004	5,82	0,77	15,2
Топаз (Степ)	2004	7,34	0,58	9,3
Топаз (Полісся)	2004	6,31	0,18	2,9
Скіф (Степ)	2004	7,37	0,60	9,7
Сиваш (Степ)	2008	5,46	1,37	34,0
Арсен (Полісся)	2009	7,0	1,81	25,8
Борозенський 7(Степ)	2009	4,89	0,22	4,49
Борозенський 7 (Лісостеп)	2009	3,55	0,35	9,8
Борозенський 7 (Полісся)	2009	5,94	0,84	14,1

Примітка. Жирним шрифтом виділені сорти Київської дослідної станції ННЦ «ІЗ УААН».

Висновки.

1. Результати досліджень з багаторічними злаковими травами переконують у доцільності диференційованого підходу до створення вихідного матеріалу, що використовується в комбінаційній селекції: для видів без широкого поліплоїдного ряду (костриця лучна) краще застосовувати діалельні схрещування, а для видів з широким поліплоїдним рядом (стокolos безостий) – парні схрещування з обов'язковим визначенням ступеня

домінування, класу успадкування, рівня гетерозису та загальної комбінаційної здатності.

2. Використання діалельного аналізу для створення нового вихідного матеріалу костриці лучної сприяло створенню конкурентоспроможного сорту в Україні Катріна з високою врожайністю сухої речовини (згідно з результатами).

3. Використання парних схрещувань при створенні нового вихідного матеріалу стоколосу безостого з визначенням ступеня домінування, класу успадкування, рівня гетерозису та загальної комбінаційної здатності дало можливість вивести найбільш конкурентоспроможний в Україні дев'ятикомпонентний сорт-синтетик Арсен з високою місткістю сухої речовини (згідно з результатами державного сортовипробування) 1,81 т/га або 25,8%.

1. *Darlington, C.D. Chromosome atlas of flowering plants. / C.D. Darlington, A.P. Wylie. – London, 1955. – 519 p.*
2. *Carnahan, H.L. Cytology and genetics of forage grasses. / H.L. Carnahan, H.D. Hill. – Bot. Review, 1961. – Vol. 27. – P. 1-162.*
3. *Randolph, L.F. Types of supernumerary chromosomes in maize. Anat. / L.F. Randolph. – Rec., 1928, Vol. 41 – P. 102-106.*
4. *Флора Европейской части СССР / под ред. А.А. Федорова. – Ленинград, «Наука», 1974. – Т.1. – 404 с.*
5. *Griffing, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. / B.Griffing. // Australian J. Biol. Sci., B. – 1956. – Vol. 9. – P. 463-493.*
6. *Beil, G.M. Interitance of quantitative characters in grain sorghum. / G.M. Beil, R.E. Atkins. – Iowa State Journal. – 1965. – № 39. – P.3.*
7. *Мазер К. Биометрическая генетика. / К. Мазер, Дж. Джинкс. – М.: Мир, 1985. – 464 с.*
8. *Mather, K. Biometrical Genetics. / K. Mather. // Methuen. – London, 1949. – 380 p.*
9. *Van der Veen, J.H. Tests of non-allelic interaction and linkage for quantitative characters in generations derived from two diploid pure lines. / J.H. Van der Veen. // Genetics. – 959. – № 30. – 201-232 p.*
10. *Muntzing, A. Cytological studies of extra – fragment chromosomes in rye. I. iso-fragments produced by misdivision. / A. Muntzing. // Hereditas. – 1944. – Vol. 30. – P. 231-236.*
11. *Muntzing, A. Cytological studies of extra – fragment chromosomes in rye. II. Transmission and multiplication of standart – fragments and iso-fragments. / A. Muntzing. – Hereditas, 1945. – Vol. 31. – 457-465 p.*

У результаті проведених досліджень на Київській дослідній станції

ННЦ «Інститут землеробства УААН» встановлено, що для комбінаційної селекції багаторічних злакових трав з метою отримання найвищих гарантованих приростів сухої речовини доцільно використовувати диференційований підхід до створення вихідного селекційного матеріалу. Для видів без широкого поліплоїдного ряду (вівсяниця лучна) краще всього використовувати діалельне схрещування, а для видів з широким поліплоїдним рядом (стоколос безостий) – парні схрещування з обов'язковим визначенням ступеня домінування, класу спадкоємності, рівня гетерозису і загальної комбінаційної здатності.

Ключові слова: багаторічні трави, комбінаційна селекція, гетерозис, вівсяниця лучна, стоколос безостий.

В результате проведенных исследований на Киевской опытной станции ННЦ «Институт земледелия УААН» установлено, что для комбинационной селекции многолетних злаковых трав с целью получения наиболее высоких гарантированных прибавок сухого вещества, целесообразно использовать дифференцированный подход к созданию исходного селекционного материала. Для видов без широкого полиплоидного ряда (овсяница луговая), лучше всего использовать диаллельные скрещивания, а для видов с широким полиплоидным рядом (кострец безостый) – парные скрещивания с обязательным определением степени доминирования, класса наследования, уровня гетерозиса и общей комбинационной способности.

Ключевые слова: многолетние травы, комбинационная селекция, гетерозис, овсяница лучная, стоколос безостый.

As a result of conducted research at the Kyiv Experimental Station of the NRC «Institute of Agriculture of the UAAS», it is established that for the combining breeding of perennial cereal grasses with the purpose to get the most highest guaranteed increases of dry matter it is expedient to use a differentiated approach to the development of parent breeding material. For species without a wide polyploid series (meadow fescue), it is best of all to use the diallel crossing, and for species with wide polyploid series (smooth brome grass) – pair crossings with obligatory determination of degree of prevailing, class of inheritance, heterosis level and general combining ability.

Key words: perennial grasses, combining breeding, heterosis, meadow fescue, smooth brome grass.