

**РІВЕНЬ ПРОЯВУ ТА ХАРАКТЕР УСПАДКУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ
ПРОДУКТИВНОСТІ У ГІБРИДНИХ ПОПУЛЯЦІЯХ НУТУ**

Січкач В.І., Пасічник С.М.

Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН, Україна

Установлено рівень прояву та вивчено характер успадкування кількісних ознак, які дають змогу ефективніше проводити вибірку малоцінних форм і зберігати при цьому перспективні генотипи. У дослідженні отримано гібриди першого та другого покоління, батьківськими формами яких були сорти та константні лінії типу *kabuli* та *desi*. За результатами гібридологічного аналізу визначено ступінь домінування та виділено гетерозисні комбінації.

Ключові слова: нут, гібридна комбінація F_1 , характер успадкування, гетерозис

Вступ. В Україні останніми роками досягнуто значних успіхів у селекції нуту на врожайність, причому більшість нових сортів мають крупне насіння. Але селекційна робота – невпинний динамічний процес, що потребує постійного оновлення. Через звуження генетичної бази сучасних сортів відбувається швидка втрата їх важливих якостей, особливо стійкості до хвороб. Тому пошук нового матеріалу для селекції є важливою задачею генбанків світу. Залучення до схрещування місцевих сортів, диких співродичів дає змогу селекціонерам поєднувати в одному генотипі декілька важливих ознак. Для успішного виконання цих завдань вихідний матеріал необхідно постійно поповнювати та поглиблювати його вивчення для виділення джерел нових ознак та якостей.

Тому використання в гібридизації батьківських форм з покращеними і більш стабільними показниками продуктивності й вивчення закономірностей їх успадкування залишається актуальною задачею селекції нуту. Для наших умов дуже важливим є створення нових сортів, які зберігають здатність формувати стабільний урожай за посушливих кліматичних умов.

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Міжсортна гібридизація на сьогоднішній день є головним методом одержання цінного вихідного матеріалу найбільш важливих сільськогосподарських культур, в тому числі й нуту. За сучасних умов є важливим комплексний підхід до селекції для створення сортів, які поєднують низку цінних господарських ознак: урожайність, крупнонасінність, ранньостиглість, стійкість до хвороб і для вирішення цього завдання у різних країнах світу сформовано селекційні програми, в яких приймають участь, крім селекціонерів, спеціалісти різних напрямів біологічної науки: генетики, мікробіології, фітопатології тощо. У нуту найбільший акцент приділяється стійкості проти збудників хвороб, покращенню посухостійкості та азотфіксувальної здатності. Дослідження в Індії чітко показали, що фузаріоз, найбільш деструктивна на нуті хвороба, зустрічається на рослинах у вигляді різних рас і біотипів [1]. При схрещуванні стійкого та чутливого до даного патогена сортів у потомства F_2 і BC_1F_1 методом маркерного аналізу було виявлено моногенний характер успадкування [2]. Але при цьому необхідно пам'ятати, що такий тип успадкування має місце, якщо аналізується стійкість за певним штамом або ізолятом. А у різних зонах вирощування нуту існує значна варіабельність за расовим складом патогена. На сьогоднішній день ідентифіковано та описано вісім фізіологічних рас *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* [3]. У цьому дослідженні автори вказують, що селекція на толерантність до патогена досить ускладнена, оскільки значною мірою результати залежать не тільки від взаємодії сорт-штам (раса, ізолят), а й від дії факторів довкілля.

Проведені в Міжнародному науково-дослідному інституті рослинництва полупосушливих тропіків (Хайдарабад, Індія) широкомасштабні дослідження з вивчення механізмів посухостійкості показали надзвичайну складність цієї ознаки [4.5]. Ці дослідники виявили сильну дію на стійкість до посухи розвитку кореневої системи. Досліджуючи дві гібридні популяції, вони описали 241 і 168 локусів генетичної карти нуту, які суттєво впливали на рівень посухостійкості для першої та другої популяції відповідно. На основі одержаних вказаних вище публікаціях експериментальних даних на генетичній карті нуту виділили так звані «гарячі точки» (QTL – hotspot), які налічують більше ста генів. Дані ділянки ДНК можливо клонувати й ідентифікувати окремі гени з метою виявлення молекулярних механізмів толерантності до посухи.

Значну кількість досліджень проведено з метою виявлення взаємозв'язків між окремими елементами продуктивності та факторами, що на неї впливають. Узагальнення одержаних результатів показало значну їх суперечливість, що свідчить про необхідність ретельного їх обґрунтування для кожної конкретної зони. Так за умов Пакистану методами кореляційного та шляхового аналізів було з'ясовано, що кількість бобів на рослині та маса 100 насінин є головними чинниками, які формують високу продуктивність [6]. В Ірані продуктивність рослин нуту, в основному, залежала від висоти рослин, кількості бобів на рослині та числа насінин в бобі, а також величини сформованої біомаси [7]. У цьому дослідженні спостерігали негативний вплив на продуктивність тривалості періоду до бутонізації та повної стиглості, маси 100 насінин, кількості гілок першого порядку. У другому дослідженні в Пакистані продуктивність рослин нуту залежала від гіллястості, кількості бобів і насінин на рослині, кількості насінин у бобі та надземної біомаси [8]. Канадські вчені вважають, що покращити врожайність нуту типу дезі можливо шляхом збільшення кількості бобів на одиниці площі, тобто за рахунок густоти рослин [9]. А для сортів типу кабулі необхідно селекційним шляхом скоротити тривалість періоду вегетативного росту і подовжити репродуктивну фазу. У Бангладеш відмічено, що продуктивність позитивно корелює з кількістю гілок першого та другого порядку в період повного цвітіння, бобів та насінин на рослині, а також масою бобів на рослині [10]. Оцінкою значного набору селекційних ліній нуту типу *kabuli* та *desi* виявлено, що перші були значно менш продуктивні [11]. Вони поступалися за показниками загальною надземною масою та збиральним індексом.

Оцінка характеру успадкування цінних господарських ознак гібридів є основою для орієнтовного прогнозування ефективності селекції. Найважливіше значення для цих цілей має коефіцієнт успадкування та комбінаційна здатність. Науковці подають різні дані щодо цього показника. Дослідження восьми гібридних популяцій нуту показало високий рівень успадкування тривалості фази цвітіння та всього вегетаційного періоду, висоти рослин і маси насіння на рослині. Виходячи з одержаних результатів, автори вважають перспективним створення скоростиглих сортів з підвищеною насінневою продуктивністю [12]. За посушливих умов більш високим коефіцієнтом успадкування виділились ознаки надземної біомаси (0,12–0,46) та маси насіння на рослині (0,51–0,80) [13].

Вивчення значного набору селекційних ліній нуту, одержаних від схрещування батьківських компонентів, які істотно різнилися за походженням, виявило високий рівень генетичної мінливості таких ознак як біологічна маса та продуктивність рослин. Остання ознака найбільше залежала від надземної маси рослин і збирального індексу [14]. Серед вивченого комплексу кількісних ознак в шести гібридних популяціях нуту кількість бобів на рослині характеризувалась найвищим рівнем успадкування [15]. У Туреччині такий же результат спостерігали для маси 100 насінин (94 %) і тривалості періоду до цвітіння (96 %) [16]. Найбільший вплив на продуктивність селекційних ліній, одержаних від схрещування *desi* та *kabuli* типів у Міжнародному науково-дослідному інституті рослинництва напівпосушливих тропіків (Індія, Патанчеру) мав збиральний індекс [17]. Подібні результати було одержано в цій країні раніше [18]. Аналіз створених за останні 30 років сортів нуту типу *kabuli* в Ефіопії показав, що їх генетичний потенціал продуктивності зріс за рахунок надземної біомаси та крупності насіння [19]. Серед вивчених в Індії 41 гібридної комбінації нуту ідентифікували три з високим рівнем гетерозису. На основі визначення комбінаційної

здатності батьківських компонентів автори стверджують, що гетерозисний ефект обумовлено адитивною дією генів і в наступних поколіннях добір можна провести за ознакою маса насіння на рослині [20]. Досліджуючи 21 гібридну популяцію, в Індії виділили батьківський компонент АКГ – 52, який характеризувався високою комбінаційною здатністю за комплексом цінних господарських ознак: кількість бобів на рослині, кількість насінин у бобі, маса 100 насінин, збиральний індекс та маса насіння на рослині. Цей зразок рекомендовано інтенсивно використовувати в селекційній програмі [21].

У вищеназваних роботах стверджується, що у гібридів F_1 спостерігається, як правило, проміжний прояв величини ознак по відношенню до батьківських компонентів, а також позитивне домінування та наддомінування. Відхилення ж від середніх показників батьківських компонентів обумовлюється, насамперед, ступенем домінування спадкових факторів одного з компонентів гібриду.

Вивчення гетерозису в самоzapильних культур пов'язано з тим, що у багатьох дослідженнях чітко доведено, що із високогетерозисних популяцій у наступних поколіннях можна виділити більшу кількість високопродуктивних ліній [22, 23].

Ефективність селекції значною мірою залежить від правильно відібраних батьківських компонентів для схрещування, кількості гібридних комбінацій, методів оцінки врожайності та інших цінних господарських ознак. У процесі схрещування у потомстві відбувається рекомбінація ознак батьківських компонентів, у результаті чого формуються нові генотипи. Крім того, при поєднанні генетичного матеріалу батьківських компонентів при схрещуванні проходить кросинговер, коли певні гени вихідних компонентів у процесі мейозу міняються місцями. Цей механізм є важливим джерелом спадкової мінливості живих організмів.

На сьогоднішній день основним методом конструювання сортів нуту за заданими параметрами залишається внутрішньовидова гібридизація спеціально відібраних батьківських пар з наступним доббором із гібридних популяцій. При цьому слід зауважити, що чим сильніше вони різняться географічно, філогенетично та генетично за елементами продуктивності та іншими ознаками, тим більшою є вірогідність виділення у гібридних комбінаціях рекомбінантних та трансгресивних зразків. Значну цінність для селекції мають *desi* x *kabuli* комбінації, де спостерігається підвищений рівень мінливості цінних господарських ознак у порівнянні з використанням у гібридизації однотипових компонентів [24, 25].

Тому метою наших досліджень було встановлення характеру успадкування найбільш важливих цінних господарських ознак нуту в F_1 . Завдання полягало в тому, щоб отримати наближені до оптимальної моделі лінії для посушливих умов Степу України. Вони мають відзначатися дрібнолиственістю, стиснутим типом куща, високим прикріпленням нижніх бобів, мати масу 1000 насінин понад 400 г, підвищену врожайністю та стійкість до аскохітозу і фузаріозу.

Матеріали і методи. Сівбу батьківських зразків та гібридних популяцій F_1 проводили ручними саджалками, ширини міжряддя 45 см, глибина загортання 7–8 см. Температура ґрунту на глибині загортання насіння становила 7–8 °С. На погонний метр висівали 30 насінин (350–400 тис/га). Кожну гібридну комбінацію розміщували за схемою: материнський і батьківський компонент по 1 рядку, гібридна комбінація – один–два рядки в залежності від наявності насіння.

Штучну гібридизацію проводили за умов фітотрону та в полі [26]. По кожній комбінації запиляли 40–63 квітки, кількість насінин, що зав'язалося, складала 14–36.

Погодні умови протягом вегетаційного періоду 2015 р. за даними Одеської метеостанції були досить складними. За час вегетації випало 126,7 мм опадів. Температура повітря часто піднімалась вище 30 °С, а на поверхні ґрунту досягала 50 °С, сума активних температур склала 1879,7 °С.

2016 рік відрізнявся від попередніх підвищеною вологістю, за період вегетації випало 212 мм опадів, сума активних температур досягла 1846,7 °С, ГТК = 1,15. У період цвітіння–налив бобів випало 111 мм опадів, а сума активних температур досягла 664,7 °С. За підвищеної вологості, особливо повітряної, нут погано розвивався, особливо в період «цві-

тіння–бобоутворення», коли ГТК = 1,67. За таких умов рослини переросли, а цвітіння та бобоутворення гальмувались. Крім того, велика вологість сприяла розвитку фузаріозу та аскохітозу, які могли повністю знищити посіви. Так із 349 колекційних зразків із різних країн світу в 120 спостерігали високий рівень ураження і загибель рослин у результаті розвитку цих хвороб.

Статистичну обробку одержаних результатів проводили за методикою Доспехова Б.А. Ступінь домінування визначали за формулою Гриффінга [27]. Коефіцієнт успадкування розраховували за формулою I. Mahmud, H. Kramer [28], рівень гетерозису за методом Mather K., Jinks J.I. [29].

Обговорення результатів. Морфологічні ознаки, походження та характеристика сортів і селекційних ліній, які було використано в гібридизації, наведено в таблицях 1 і 2. Впродовж ряду років вони виділялися високим значенням цінних господарських ознак у посушливих умовах степової зони України. Більшість із них належить до типу *kabuli*, оскільки на сьогоднішній день таке насіння більше ціниться як на внутрішньому, так і міжнародному ринках. Крім того, вихідний матеріал, використаний для схрещування, добирали за крупністю насіння, що також пов'язано з ціновою політикою.

Таблиця 1

Морфологічні ознаки батьківських компонентів нуту

Сорт, селекційна лінія	Країна походження	Висота стебла	Тип насіння	Забарвлення		Круп- ність насіння
				квітки	насіння	
Р 2774	Індія	Н	<i>kabuli</i>	біле	бежеве	крупне
Тарас Бульба	Україна	В	<i>kabuli</i>	біле	світло-жовте	середнє
Mexican Sel	Іран	Н	<i>desi</i>	фіоле- тове	світло-коричневе	крупне
Розанна х F 404	Україна	С	<i>desi</i>	фіоле- тове	темно-коричневе	крупне
Efal Bold- YN94009	Індія	Н	<i>kabuli</i>	біле	світло-бежеве	крупне
Буджак	Україна	В	<i>kabuli</i>	біле	бежеве	крупне
NEC 2425	Іран	С	<i>kabuli</i>	біле	бежеве	крупне
Л 10035/11	Україна	С	<i>kabuli</i>	біле	бежеве	крупне
Flip85-1320	Сирія	Н	<i>kabuli</i>	біле	світло-бежеве	крупне
Belay noble-23	Туреччина	С	<i>kabuli</i>	біле	бежеве	крупне
б/н	Італія	С	<i>kabuli</i>	біле	бежеве	крупне
Розанна	Україна	В	<i>kabuli</i>	біле	світло-жовте	середнє
Broa CH	Індія	Н	<i>kabuli</i>	біле	бежеве	крупне
Еспаньол	Іспанія		<i>kabuli</i>	біле	бежеве	крупне
Р 9809	Туреччина	Н	<i>kabuli</i>	біле	світло-бежеве	крупне
б/н	Туреччина	С	<i>kabuli</i>	біле	бежеве	крупне
NEC 2434	Туреччина	Н	<i>kabuli</i>	біле	світло-бежеве	крупне
(Розанна х CL 544) х Триумф	Україна	С	<i>kabuli</i>	біле	бежеве	крупне
CRYC 34905	Туреччина	С	<i>desi</i>	фіоле- тове	світло-бежеве	крупне
Антей	Україна	С	<i>kabuli</i>	біле	світло-жовте	крупне

Примітка: В – високорослі; С – середньорослі; Н – низькорослі.

Характеристика батьківських компонентів за основними цінними господарськими ознаками

Батьківський компонент	Висота рослини, см	Висота прикріплення нижнього бобу, см	Кількість гілок	Маса рослин, г			Маса насіння на рослині, г
				з бобами	без бобів	бобів	
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
P 2774	61,8±4,0	42,5±3,21	2,4±0,9	13,7±4,6	8,8±3,2	8,3±3,6	3,1±1,2
Тарас Бульба	70,7±3,1	45,1±4,7	2,2±0,7	25,0±8,1	12,8±4,6	31,8±9,1	9,0±2,7
Mexican Sel	44,5±2,9	16,8±2,2	2,0±0,5	13,7±6,4	3,0±1,4	15,9±6,7	8,4±3,4
Розанна x F 404	73,2±8,0	42,4±6,0	1,8±0,9	25,2±8,9	13,2±4,6	21,8±8,0	9,4±3,3
Efal Bold-YN	65,2±6,8	38,8±5,8	2,5±0,7	22,9±15,1	12,8±7,0	18,5±13,9	6,9±5,5
Буджак	64,0±2,8	37,0±1,4	2,5±0,7	20,5±12,9	8,5±4,4	17,5±0,6	7,1±3,8
NEC 2434	59,6±4,9	36,9±3,9	1,9±0,8	15,7±3,3	8,0±1,6	11,6±2,7	5,2±1,4
(Розанна x CL544) x Тріумф) F4)	65,8±4,6	38,6±4,7	2,2±0,8	23,2±7,6	12,5±4,1	18,5±7,0	7,3±2,8
NEC 2425	66,7±5,6	39,9±2,0	2,0±0,8	22,9±6,5	11,9±3,6	16,1±4,9	7,8±2,9
Л 10035/11	63,2±9,3	38,0±4,3	2,3±1,0	22,2±7,7	12,0±4,7	19,2±7,9	6,9±2,5
Fіп85-1320	55,6±4,9	33,5±3,7	2,8±0,9	29,4±5,0	11,4±1,4	32,1±7,3	13,6±3,0
Belay noble-23	63,8±7,4	37,0±4,6	2,3±0,7	30,4±6,0	14,1±2,9	26,8±4,7	11,1±2,5
б/н (Італія)	64,4±5,6	38,4±2,9	1,5±0,6	21,2±8,1	9,8±3,1	21,5±8,2	8,09±3,2
Розанна	73,5±2,5	45,5±2,0	1,5±0,7	22,5±3,9	9,7±2,0	28,0±6,6	9,3±1,7

Батьківські компоненти різняться за показниками висота рослин, висота прикріплення нижнього бобу, гіллястість, надземна маса рослин, кількість бобів та насінин на рослині, маса насіння на рослині. За висотою рослин виділяються сорти вітчизняного походження Розанна та Тарас Бульба, дуже низкорослими є колекційні зразки Mexican Sel із Ірану та Flip 85-1320 із Сирії. Підвищеною кількістю бокових гілок характеризуються P 2774 із Індії, Efal Bold – YN 34009 із Індії, вітчизняний сорт Буджак і Flip 85-1320. Більш високою продуктивністю рослин відзначаються вітчизняні сорти Тарас Бульба та Розанна, а також селекційна лінія, яка походить із комбінації Розанна х F 404, та колекційні зразки Flip 85-1320 і Belay noble – 23. Як правило, ці генотипи виділяються також підвищеними показниками маси рослин з бобами, кількістю бобів і насінин на рослині. Особливу цінність за комплексом ознак для умов Степу мають колекційні зразки Flip 85-1320 і Belay noble – 23.

У наших дослідженнях у результаті аналізу великого набору колекційного матеріалу нуту виявлено тісний зв'язок насінневої продуктивності з ознаками «маса рослин з бобами», «кількість бобів і насінин на рослині».

Рівень гетерозису ознак, що вивчалися, у більшості комбінацій мав позитивне значення, за виключенням висоти прикріплення нижнього бобу (табл. 3).

Таблиця 3

Рівень гетерозису основних цінних господарських ознак у гібридів F₁

№*	Висота рослин	Висота прикріплення нижнього бобу	Кількість гілок	Маса рослин		Кількість на рослині		Маса насіння на рослині
				з бобами	без бобів	бобів	насінин	
1	17,2	- 2,4	65,0	284,0	202,2	202,2	191,5	198,8
2	2,1	- 6,6	20,0	110,8	92,3	92,4	71,9	113,1
3	9,8	- 26,4	0,0	170,4	- 52,9	147,5	121,4	41,9
4	11,7	- 14,3	26,7	117,9	148,2	197,2	141,2	194,6
5	18,8	- 26,7	10,0	124,8	100,0	196,2	190,3	141,9
6	4,6	- 33,8	-11,5	36,9	- 2,1	62,4	62,8	40,4
7	-14,7	- 7,4	-17,6	48,3	17,3	28,0	12,4	61,5
8	27,8	- 8,4	-11,7	94,0	84,0	89,7	106,2	84,0
9	9,1	- 33,5	- 6,9	51,6	148,3	180,4	105,5	71,5
10	35,5	1,3	18,5	143,9	127,1	170,3	121,3	117,5
11	27,2	7,1	22,2	111,2	157,6	213,6	161,7	131,7
12	8,6	- 13,5	-7,7	51,0	97,3	59,6	4,9	47,7
13	-3,4	- 13,5	-23,1	152,0	109,6	140,7	147,2	169,3

*примітка: гібридні комбінації: 1- [Розанна х (F 404 х Mexican Sel)], 2 - [F 404 х (Mexican Sel х Розанна)], 3 - (Еспаньол х Broa CH), 4 - (Efal Bold-YN х Буджак), 5 - (Буджак х Efal Bold-YN), 6 - (ЛІ 10035/11 х NEC 2425), 7 - (CRYS 34905 х Антей), 8 - (Антей х CRYS 34905), 9 - (Belay noble-23 х Flip851320), 10 - (б/н Італія х Буджак), 11 - (Буджак х б/н Італія), 12 - (Розанна х Тарас Бульба), 13 - (Тарас Бульба х Розанна).

За висотою рослин у 11 комбінацій спостерігали гетерозис, тоді як за висотою прикріплення нижніх бобів лише у двох. За продуктивністю у переважній більшості гібридних комбінацій був позитивний гетерозис, який коливався від найнижчого у комбінації ЛІ 10035/11 х NEC 2425 (40,4 %) до найвищого у [Розанна х (F 404 х Mexican Sel)] (198,8 %). Нами виявлено також значний ефект гетерозису пов'язаних із продуктивністю ознак, а саме кількість гілок на рослині від 10,0 % до 65,0 %, кількість бобів на рослині від 28,0 до 213,6, кількість насінин на рослині від 4,9 % до 191,5 %. Відносно маси рослин з бобами, то всі комбінації мали позитивний гетерозис, хоча у двох комбінаціях за ознакою «маса рослини без бобів» був негативним. Перспективними можна вважати комбінації, у яких більшість досліджених ознак характеризувалась позитивним ефектом гетерозису.

У таблиці 4 наведено ступінь домінування основних цінних господарських ознак у гібридних комбінаціях першого покоління.

Таблиця 4

Ступінь домінування основних цінних господарських ознак гібридів F₁

№*	Висота рослини	Висота прикріплення нижнього бобу	Кількість гілок	Маса рослин		Кількість на рослині		Маса насіння на рослині
				з бобами	без бобів	бобів	насінин	
1	4,2	-5,3	5,5	368,0	5,6	34,5	18,3	42,8
2	1,4	-0,7	2,3	155,0	3,2	16,3	7,5	24,8
3	1,5	0,1	0,1	42,8	-0,3	18,8	27,2	4,8
4	4,3	-6,7	5,0	7,0	12,3	25,6	19,8	11,0
5	6,3	-13,7	2,5	7,4	8,6	25,5	26,3	8,3
6	2,6	-1,9	-2,0	7,6	0,0	11,6	55,0	0,0
7	-1,0	-1,1	0,1	2,6	0,7	1,9	1,4	3,1
8	4,3	0,0	0,4	4,0	1,6	3,8	4,4	3,8
9	4,0	-3,3	-0,1	4,0	15,3	11,5	6,5	5,0
10	15,1	1,4	6,0	17,4	10,4	0,0	14,7	11,8
11	11,9	3,2	7,0	13,7	12,6	0,0	19,2	13,2
12	3,1	-9,3	0,0	101,0	14,7	0,0	24,8	43,0
13	0,3	-9,3	0,0	299,0	29,3	0,0	61,0	150,0

*примітка: гібридні комбінації: 1- [Розанна х (F 404 х Mexican Sel)], 2 - [F 404 х (Mexican Sel х Розанна)], 3 - (Еспаньол х Broa CH), 4 - (Efal Bold-YN х Буджак), 5 - (Буджак х Efal Bold-YN), 6 - (ЛІ 10035/11 х NEC 2425), 7 - (CRYS 34905 х Антей), 8 - (Антей х CRYS 34905), 9 - (Belay noble-23 х Flip851320), 10 - (б/н Італія х Буджак), 11 - (Буджак х б/н Італія), 12 - (Розанна х Тарас Бульба), 13 - (Тарас Бульба х Розанна).

Ознаки, які обумовлюють продуктивність рослини, успадковуються, в основному, за типом позитивного домінування або наддомінування. За висотою прикріплення нижнього бобу від поверхні ґрунту в більшості комбінацій виявлено негативне домінування або наддомінування. У гібридних комбінацій F₁ за кількістю гілок спостерігали проміжне значення ознаки або позитивне домінування чи наддомінування, за виключенням комбінації ЛІ 10035/11 х NEC 2425, де мало місце негативне наддомінування. Таким чином, компоненти продуктивності нуту контролюються значною кількістю домінуючих алелей, що необхідно враховувати при проведенні доборів елітних рослин. Це означає, що істотна частина високопродуктивних рослин ранніх поколінь буде гетерозиготною, тому в перспективі необхідно буде проводити повторні добори.

Коефіцієнт успадкування є одним із найбільш важливих показників у генетико-селекційних дослідженнях кількісних ознак, так як дозволяє прогнозувати ефективність добору в наступних поколіннях. Низьке його значення свідчить про великий вплив на прояв ознаки факторів довкілля. Таким чином, за рівнем цього показника селекціонер може формувати стратегію роботи з гібридними популяціями.

У нашому дослідженні більшість вивчених ознак характеризувались високим коефіцієнтом успадкування (табл. 5). Особливо необхідно виділити такий показник як «маса рослин з бобами», який у всіх комбінаціях мав досить високе значення. Ми вважаємо, що він досить зручний та об'єктивний для добору елітних рослин у популяціях, які розщеплюються. Суттєву перспективу має також добір за кількістю бобів і насінин на рослині, оскільки коефіцієнт успадкування був високим у всіх комбінацій, за виключенням Efal Bold-YN х Буджак і ЛІ 10035/11 х NEC 2425.

Коефіцієнт успадкування основних цінних господарських ознак гібридів F₂

Гібридна комбінація	Висота рослини	Висота прикріплення нижнього бобу	Кількість гілок	Маса рослин			Кількість на рослині			Маса насіння на рослині
				з бобами	без бобів	бобів	з бобів	бобів	насінин	
(Р 2774 x Тарас Бульба)	0,00	0,47	0,25	0,67	0,38	0,73	0,77	0,51		
[F404 x Mexican Sel] x Розанна]	0,04	0,21	0,01	0,79	0,65	0,79	0,82	0,72		
(Efal Bold-YN x Буджак)	0,66	0,70	0,29	0,33	0,53	0,15	0,12	0,09		
(Буджак x Efal Bold-YN 34009)	0,66	0,70	0,27	0,54	0,43	0,61	0,59	0,42		
(NEC 2425 x ЛІ 10035/11)	0,53	0,54	0,35	0,42	0,28	0,38	0,47	0,22		
(ЛІ 10035/11 x NEC 2425)	0,46	0,64	1,89	0,69	0,08	0,06	0,34	0,03		
(Flip85-1320 x Belay noble-23)	0,19	0,27	0,07	0,60	0,82	0,73	0,74	0,52		
(Belay noble-23 x Flip85-1320)	0,77	0,49	0,18	0,66	0,70	0,56	0,78	0,36		
(б/н Італія x Буджак)	0,73	0,61	0,52	0,67	0,47	0,87	0,72	0,63		
(Буджак x б/н Італія)	0,77	0,61	0,52	0,60	0,35	0,80	0,70	0,48		
(Розанна x Тарас Бульба)	0,58	0,38	0,03	0,72	0,11	0,78	0,85	0,64		
(Тарас Бульба x Розанна)	0,42	0,28	0,14	0,73	0,01	0,74	0,82	0,64		

Висновки. Ефект гетерозису, ступінь домінування та коефіцієнт успадкування мають істотну залежність від гібридної комбінації та ознаки, яка вивчається. Показники продуктивності, в основному, успадковуються за типом позитивного домінування або наддомінування, висота прикріплення нижнього бобу – негативного домінування чи наддомінування. На рівень прояву вивчених ознак значно впливають домінантні алелі, що потрібно враховувати при проведенні індивідуальних доборів у наступних поколіннях. Для виділення високопродуктивних рослин у гібридних популяціях ранніх поколінь слід орієнтуватися на показники маса рослин з бобами, кількість бобів та насінин на рослині. Одержані експериментальні дані є основою для прогнозування генетичної цінності вивченого вихідного матеріалу.

Список використаних джерел

1. Nandeesh K.L., Huilgol S.K., Patil M.D. ITS r DNA analyses in the identification and differentiation of isolated of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* causing chickpea wilt. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 2018. v.7, N 11. P. 373 – 379. DOI: 10.20546/ijcmas. 2018. 711. 046.
2. Bagde V.L., Gahukar S.J., Akhare A.A. Marker trait correlation study for Fusarium wilt resistance in chickpea (*Cicer arietinum*). Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 2018. v.7, N 11. P. 2102 – 2118. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.711.236.
3. Chen W., Castio P., Cobos M.J. Resistance to Fusarium wilt in chickpea. Legume perspectives. 2014. N 3. P. 23 – 24.
4. Varsney R.K., Thude M., Nayak S.N., Gaur P.M., Kashiwagi J., Krishnamurthy L., Jagannathan D., Koppolu J., Bohra A., Tripathi S., Rathore A., Jukanti A.K., Jayalokshmi V., Vemula A., Singh S.J., Yasin M., Sheshshayce M.S., Viswanatha K.P. Genetic dissection of drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Theoretical and Applied Genetics. 2014. v.127, N 2. P. 445-462. DOI: 10.1007/500122-013-2230-6.
5. Kashiwagi J., Krishnamurthy L., Purushothaman R., Upadhyaya H.D., Gaur P.M., Gowda C.L.L., Ito O., Varshney R.K. Scope for improvement of yield under drought through the root traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crops Res. 2015. v. 170. P. 47 – 54. DOI: 10.1016/j.fcr. 2014. 10. 003.
6. Noor F., Ashraf M., Ghafoor A. Path analysis and relationship among quantitative traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Pakistan Journal of biological science. 2003. v. 6, № 6. P. 551-555.
7. Talebi R., Fayaz F., Jelodar N.B. Correlation and path coefficients analysis of yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under dry land condition in the west of Iran. Asian Journal of Plant Sciences. 2007. v. 6, № 7. P. 1151-1154.
8. Ali M.A., Nawab N.N., Abbas A., Zulkiffal M., Sajjad M. Evaluation of selection criteria in *Cicer arietinum* L. using correlation coefficients and path analysis. Australian Journal of Crop Sciences. 2009. v. 3, № 2. P. 65-70.
9. Gan Y.T., Liu P.H., Stevenson F.C., M.C.Donald C.L. Interrelationships among yield components of chickpea in semiarid environments. Can. J. Plant Sciences. 2003. v. 83, № 4. P. 759-767.
10. Sarker N., Samad M.A., Deb A.C. Study of genetic association and direct and indirect effects among yield and yield contributing traits in chickpea. Journal of Botanical Sciences. 2014. v. 3, № 2. P. 32-38.
11. Purushothamana R., Upadhyaya M.D., Gaur P. M., Gowda C.L.L., Kuishnamurthy L. Kabuli and desi chickpeas differ in their requirement for reproductive duration. Field Crops Research. 2014. v. 163. P. 24-31. DOI: 10.1016/j.fcr. 2014.04.006.
12. Monpara B.A., Dhameliya H.R. Genetic behaviour of earliness related traits and seed yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Pakistan j. Biol. Sci. 2013. v.16, N 18. P. 955 – 959. DOI: 10.3923/pjbs.2013.955.959.

13. Krishnamurthy L., Kashiwagi J., Gaur P.M., Upadhyaya H.D., Vadez V. Sources of tolerance to terminal drought in the chickpea (*Cicer arietinum* L.) minicore germplasm. *Field Crops Res.* 2010. v. 119. N 2 – 3. P. 322 – 330. DOI: 10.1016/j.fcr.2010.08.002.
14. Rao S.K., Kumar K.S. Analysis of yield factors in short duration chickpea (*Cicer arietinum*). *Agric. Sci. Digest.* 2000. v. 20, N 1. P. 66 – 67.
15. Singh R.K., Singh B.B., Chauhan M.P. Heterosis and inbreeding depression in chickpea crosses involving of genotypes of different plant type. *Legume Res.* 2000. v. 23. N 3. P. 206 – 209.
16. Canei H., Yiedirim T., Toker C. Estimates of broad – sense heritability for yield and yield criteria in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Turk. J. Field Crops.* 2007. v. 12. N 1. P. 21 – 25.
17. Joshi P., Yasin M., Sundaram P. Transgressive segregants for qualitative and quantitative traits in chickpea. *Int.J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 2018. v. 7, N 11. P. 279 – 288. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.711.034.
18. Krishnamurthy L., Kashiwagi J., Upadhyaya H.D., Gowda C.L.L., Gaur P.M., Singh Sube, Purushothaman R., Varshney K.K. Partitioning coefficient – a trait that contributes to drought tolerance in chickpea. *Field Crops Res.* 2013. v. 149. P. 354 – 365. DOI: 10.1016/j.fcr.2013.05.022.
19. Belete T., Mekbib F., Eshete M. Assessment of genetic improvement in grain yield potential and related traits of kabuli type chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties in Ethiopia (1974 – 2009). *Advances in crop science and technology.* 2017. N 5. 284. DOI: 10.4172/2329 – 8863. 1000284.
20. Parameshwarappa S.G., Sabimath P.M., Upadhyaya H.D., Kajjidoni S.T., Patil S.S. Validation of biometrical principles for genetic enhancement of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Indian J. Plant Genet. Resour.* 2013. v. 26, N 3. P. 207 – 214.
21. Mali C.T., Sable N.H., Wanjari K.B., Kalamkar Vandana. Combining ability analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *J. Phytol. Res.* 2006. v.19, N 2. P. 323 – 326.
22. Singh H., Sharma S.N., Sain R.S. Heterosis studies for yield and its components in bread wheat over environments. *Hereditas.* 2004. v. 141, N 2. P. 106 – 114.
23. Федоренко І.В. Прояв основних кількісних ознак продуктивності гібридів F₁ пшениці м'якої ярої. *Вісник ЖНАЕУ.* 2015. т.1(47), № 1. С. 269 – 275.
24. Hawtin G.C., Singh K.B. Kabuli-desi introgression: problems and prospects. *Proc. Int. Workshop on chickpea improvement.* – ICRISAT, Patancheru, India. 1980. P. 51-60.
25. Kharrat M., Gil J., Cubero J. Genetics of grain yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *J. Genet. & Breed.* 1991. v. 45, №2. P. 98-104.
26. Пасічник С.М., Бушулян О.В., Січкач В.І. Результати гібридизації нуту за різних умов вирощування. *Селекція і насінництво.* 2016. Вип.109. С. 111 – 118.
27. Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing. *Biol. Sci.* 1956. v.9, N 4. P.463-493.
28. Mahmud I., Kramer H.H. Segregation for yield, height and maturity following a soybean crosses. *Agron. J.* 1951. v. 43. P. 605 – 609.
29. Mather K., Jinks J.L. *Biometrical genetics.* Ed. Chapman and Hall. Pergamon Press, London. 1971. 382 p.

References

1. Nandeesha KL, Huilgol SK, Patil MD. ITS r DNA analyses in the identification and differentiation of isolated of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* causing chickpea wilt. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2018; 7(11): 373 – 379. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.711.046.
2. Bagde VL, Gahukar SJ, Akhare AA. Marker trait correlation study for Fusarium wilt resistance in chickpea (*Cicer arietinum*). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2018. v.7, N 11. P. 2102 – 2118. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.711.236.
3. Chen W, Castio P, Cobos M.J. Resistance to Fusarium wilt in chickpea. *Legume perspectives.* 2014; 3: 23–24.

4. Varsney RK, Thude M, Nayak SN, Gaur PM, Kashiwagi J, Krishnamurthy L, Jaganathan D, Koppolu J, Bohra A, Tripathi S, Rathore A, Jukanti AK, Jayalokshmi V, Vemula A, Singh SJ, Yasin M, Sheshshayce MS, Viswanatha KP. Genetic dissection of drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*. 2014; 127(2): 445–462. DOI: 10.1007/500122-013-2230-6.)
5. Kashiwagi J, Krishnamurthy L, Purushothaman R, Upadhyaya HD, Gaur PM, Gowda CLL, Ito O, Varshney RK. Scope for improvement of yield under drought through the root traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Res*. 2015; 170: 49–54. DOI: 10.1016/j.fcr. 2014. 10. 003.
6. Noor F., Ashraf M., Ghafoor A. Path analysis and relationship among quantitative traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pakistan Journal of biological science*. 2003. v. 6, № 6. P. 551-555.
7. Talebi R, Fayaz F, Jelodar NB. Correlation and path coefficients analysis of yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under dry land condition in the west of Iran. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2007; 6(7): 1151–1154.
8. Ali MA, Nawab NN, Abbas A, Zulkiffal M, Sajjad M. Evaluation of selection criteria in *Cicer arietinum* L. using correlation coefficients and path analysis. *Australian Journal of Crop Sciences*. 2009; 3(2): 65–70.
9. Gan YT, Liu PH, Stevenson FC, M.C.Donald CL. Interrelationships among yield components of chickpea in semiarid environments. *Can. J. Plant Sciences*. 2003; 83(4): 759–767.
10. Sarker N, Samad MA, Deb AC. Study of genetic association and direct and indirect effects among yield and yield contributing traits in chickpea. *Journal of Botanical Sciences*. 2014; 3(2): 32–38.
11. Purushothamana R, Upadhyaya MD, Gaur PM, Gowda CLL, Kuishnamurthy L. Kabuli and desi chickpeas differ in their requirement for reproductive duration. *Field Crops Research*. 2014; 163: 24–31. DOI: 10.1016/j.fcr. 2014.04.006.
12. Monpara BA, Dhameliya HR. Genetic behaviour of earliness related traits and seed yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pakistan j. Biol. Sci*. 2013; 16(18): 955–959. DOI: 10.3923/pjbs.2013.955.959.
13. Krishnamurthy L, Kashiwagi J, Gaur PM, Upadhyaya HD, Vadez V. Sources of tolerance to terminal drought in the chickpea (*Cicer arietinum* L.) minicore germplasm. *Field Crops Res*. 2010; 119(2–3): 322–330. DOI: 10.1016/j. fcr. 2010.08.002.
14. Rao SK, Kumar KS. Analysis of yield factors in short duration chickpea (*Cicer arietinum*). *Agric. Sci. Digest*. 2000; 20(1): 66–67.
15. Singh RK, Singh BB, Chauhan MP. Heterosis and inbreeding depression in chickpea crosses involving of genotypes of different plant type. *Legume Res*. 2000; 23(3): 206–209.
16. Canei H, Yiedirim T, Toker C. Estimates of broad – sense heritability for yield and yield criteria in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Turk. J. Field Crops*. 2007; 12(1): 21–25.
17. Joshi P, Yasin M, Sundaram P. Transgressive segregants for qualitative and quantitative traits in chickpea. *Int.J. Curr. Microbiol. Appl. Sci*. 2018; 7(11): 279–288. DOI: 10. 20546/ijcmas. 2018. 711. 034.
18. Krishnamurthy L, Kashiwagi J, Upadhyaya HD, Gowda CLL, Gaur PM, Singh Sube, Purushothaman R, Varshney KK. Partitioning coefficient – a trait that contributes to drought tolerance in chickpea. *Field Crops Res*. 2013; 149: 354–365. DOI: 10.1016/j.fcr.2013.05.022.
19. Belete T, Mekbib F, Eshete M. Assessment of genetic improvement in grain yield potential and related traits of kabuli type chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties in Ethiopia (1974 – 2009). *Advances in crop science and technology*. 2017; 5: 284. DOI: 10.4172/2329 – 8863. 1000284.
20. Parameshwarappa SG, Sabimath PM, Upadhyaya HD, Kajjidoni ST, Patil SS. Validation of biometrical principles for genetic enhancement of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Indian J. Plant Genet. Resour*. 2013; 26(3): 207–214.

21. Mali CT, Sable NH, Wanjari KB, Kalamkar Vandana. Combining ability analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). J. Phytol. Res. 2006; 19(2): 323–326.
22. Singh H, Sharma SN, Sain RS. Heterosis studies for yield and its components in bread wheat over environments. Hereditas. 2004; 141(2): 106–114.
23. Fedorenko IV. Expression of the basic quantitative traits for productivity in soft spring wheat F₁ hybrids. VZNAU. 2015; 1(47-1): 269–275.
24. Hawtin GC, Singh KB. Kabuli-desi introgression: problems and prospects. Proc. Int. Workshop on chickpea improvement. – ICRISAT, Patancheru, India. 1980. P. 51–60.
25. Kharrat M, Gil J, Cubero J. Genetics of grain yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). J. Genet. & Breed. 1991; 45(2): 98–104.
26. Pasichnik SM, Bushulyan OV, Sichkar VI. Chickpea hybridization in different growing conditions. Sel. nasinn. 2016; 109: 111–118.
27. Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing. Biol. Sci. 1956; 9(4): 463–493.
28. Mahmud I, Kramer HH. Segregation for yield, height and maturity following a soybean crosses. Agron. J. 1951; 43: 605–609.
29. Mather K, Jinks JL. Biometrical genetics. Ed. Chapman and Hall. Pergamon Press, London. 1971. 382 p.

УРОВЕНЬ ПРОЯВЛЕНИЯ И ХАРАКТЕР НАСЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ В ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ НУТА

Сичкарь В.И., Пасичник С.М.

Одесская государственная сельскохозяйственная опытная станция НААН, Украина

Цель и задачи исследований. Цель наших исследований заключалась в установлении характера наследования ценных хозяйственных признаков у гибридов нута ранних поколений.

Материалы и методы. Родительские сорта и селекционные линии, используемые в гибридизации, различались не только по фенологическим признакам, но также и по элементам продуктивности и происхождению. Они несли маркерные отличия, на основе которых возможно выявить истинные гибриды во втором поколении. Это дает возможность путем гибридизации создать новый исходный материал с повышенным уровнем продуктивности.

Обсуждение результатов. В процессе исследований установлена тесная связь массы растений с бобами с количеством семян в бобе ($r = 0,76$), а также между массой семян на растении и количеством семян в бобе ($r = 0,80$). Эффективность подбора родительских компонентов для скрещивания зависит от уровня изменчивости и наследования хозяйственных признаков. Кроме того, на них влияют генотип и условия выращивания.

Семенная продуктивность большинства гибридных комбинаций характеризовалась положительным уровнем гетерозиса. Сходный эффект выявили и у связанных с продуктивностью признаков количество ветвей, бобов и семян на растении. Гетерозис по массе растений с бобами и без них также имел высокое положительное значение. Перспективными комбинациями являются [Розанна х (F 404 х Mexican Sel)], Efal Bold-YN х Буджак, Буджак х Efal Bold-YN, Буджак х б/н (Италия), б/н (Италия) х Буджак, [(F 404 х Mexican Sel) х Розанна].

Оценка показателя наследуемости большинства количественных признаков у гибридов F₁ является основой для прогнозирования эффективности отбора. В данном исследовании наблюдали промежуточный между родительскими компонентами по уровню изученных признаков, а также положительное доминирование и сверхдоминирование.

В наших исследованиях высокая и средняя степень доминирования отмечена для показателя масса растений с бобами.

Выводы. Уровень гетерозиса и значение коэффициента наследуемости зависит от комбинации скрещивания и вида ценного хозяйственного признака нута. Исследуемые показатели у большинства гибридных комбинаций наследуются по типу сверхдоминирования и характеризуются значительной изменчивостью внутри семей одного варианта скрещивания. На них также существенно влияли генетические особенности родительских форм и погодные условия года. Полученные экспериментальные данные создают основу для прогнозирования генетической ценности полученного исходного материала.

Ключевые слова: нут, гибрид F_1 , характер наследования, гетерозис

THE DEVELOPMENT AND INHERITANCE OF THE PRODUCTIVITY ELEMENTS IN CHICKPEA HYBRID POPULATIONS

Sichkar V.I., Pasichnik S.M.

Odessa state agricultural research station of NAAS, Ukraine

The aim and tasks of the study. The aim of our research work was establishment of inheritance character of most essential economic valuable traits of first generation chickpea hybrids. The study of heterosis of chickpea the F_1 hybrids on the present stage is needed for plant-breeding aims.

Material and methods. The varieties and constant lines used in crossing differed not only by the indexes of the productivity, and also different origin. They picked up on marker traits, that it is possible to educe veritable hybrids in F_2 . It gives an opportunity by hybridization to create a new initial material with the high level of the productivity.

Results and discussion. It was revealed that were most closely associated the traits "weight of plants with pods" and "amount of seeds in the pod" ($r = 0,76$), and also "weight of seed" and "amount of seed in the pod" ($r = 0,80$). Efficiency of selection of paternal components of crossing depends on character of variation and inheritance of traits. The productivity of majority of hybrid combinations had a positive degree of heterosis. The considerable degree of heterosis of the traits related to the productivity is educed also, namely amount of branches on a plant from 10,0% to 65,0%, amount of pods on the plant from 28,0% to 213,6%, amount of seeds on the plant from 4,9% to 191,5%. In relation to weight of plants with pods and without them all combinations had a positive degree of heterosis. The most perspective hybrid combinations are [Rozanna x (F 404 x Mexican Sel)], Efal Bold YN x Budzak, Budzak x Efal Bold - YN, Budzak x L from (Italy), L from (Italy) x Budzak, [(F 404 x Mexican Sel) x Rozanna]. The analysis of inheritance of most quantitative traits testifies that at the hybrids of F_1 is observed, as a rule, intermediate display of size of traits in relation to paternal components, and also positive overdominance.

Our researches also specify on the high and middle degrees of dominance for an index "weight of plants with pods".

Conclusions. The level of heterosis and the coefficient of inheritance depended on combination and economic valuable traits of the chickpea hybrids. The investigated traits at majority of F_1 hybrids are inherited on the type of overdominance and characterized considerable variation within the families of one variant of crossing. On the basis of the obtained data drawn conclusion that created hybrid populations has great importance for breeding.

Key words: chickpea, hybrid F_1 , character of inheritance, heterosis