

## ЕФЕКТ ГЕТЕРОЗИСУ У ТЮТЮНУ ТА СПОСОБИ ЙОГО ЗАКРІПЛЕННЯ

М.Ю. Глюдзик-Шемот, О.І. Савіна, К.А. Шейдик

*The effect of heterosis in tobacco and methods of its fixing. – Glyudzik-Shemota M., Savina O., Sheidyk K. – The paper reveals the detailed evaluation issue of tobacco collection material using cluster analysis and further selection in initial forms of diallel crossing in order to obtain hybrids with a high effect of heterosis. The degree of dominance and the effect of heterosis in F1 hybrids are due to the genotypic diversity of the original components of the cross, and it is also the result of the interaction of the genotype with environmental conditions. The best hybrid combinations are distinguished by characteristics: plant height – up to 231 cm; number of leaves – 30.1 pieces of leaves per stem; leaf width – 40.9 cm; leaf length – 68.1 cm, which showed a positive dominance and have a practical interest for the consolidation of heterosis through apomixis and further testing in the competition nursery.*

**Key words:** tobacco, collection, varieties, hybridization, heterosis effect, apomixis.

**Address:** Department of Fruit and Vegetable Cultivation and Viticulture, Uzhhorod National University, Voloshyna str., 32, Uzhhorod, 88000, Ukraine; e-mail: marharyta.hliudzyk@uzhnu.edu; olena.savina@uzhnu.edu.ua; caroline.sheydik@uzhnu.edu.ua

*Ефект гетерозису у тютюну та способи його закріплення. – Глюдзик-Шемот М., Савіна О., Шейдик К. – У роботі розглянуто питання детальної оцінки колекційного матеріалу тютюну із застосуванням кластерного аналізу та подальше виділення вихідних форм при діалельному схрещуванні з метою одержання гібридів з високим ефектом гетерозису. Ступінь домінантності та ефект гетерозису у гібридів F<sub>1</sub> обумовлені генотиповим різноманіттям вихідних компонентів схрещування, а також є результатом взаємодії генотипу з умовами зовнішнього середовища. Виділено кращі гібридні комбінації за ознаками: висота рослин – до 231 см; кількості листя на стеблі – 30,1 шт; ширини листя – 40,9 см; довжини листя – 68,1 см, які проявили позитивне наддомінування і становлять практичний інтерес для закріплення гетерозису через апоміксис та подальшого випробування у конкурсному розсаднику.*

**Ключові слова:** тютюн, колекція, сорти, гібридизація, ефект гетерозису, апоміксис.

**Адреса:** кафедра плодовоовочівництва і виноградарства, Ужгородський національний університет, вул. А. Волошина, 32, Ужгород, 88000, Україна; e-mail: marharyta.hliudzyk@uzhnu.edu; olena.savina@uzhnu.edu.ua; caroline.sheydik@uzhnu.edu.ua

### Вступ

Підбір батьківських форм для схрещування – це складний процес, оскільки кожна ознака чи властивість батьківських організмів не передається безпосередньо їхньому потомству. Успадковуються гени, а ознаки проявляються як результат їх експресії в конкретних умовах середовища. Тому ми приділили увагу саме добору батьківських пар та подальшому їх аналізу з метою виділення кращих гібридів для закріплення гетерозису.

Теоретично формотворчий процес за внутрішньовидовою гібридизації, що ґрунтується на незалежному комбінуванні генів, є безмежним. Однак, різні типи взаємодії генів, явище зчепленого успадкування, генетичні та фізіологічні кореляції значною мірою обмежують потенційну можливість перекомбінування ознак у гібридних організмів (Vasykivskiy, Vlasenko 2002).

Міжсортна гібридизація і надалі залишається основним методом, який використовується при створенні нових сортів тютюну. Успіх гібридизації значною мірою визначається правильним підбором компонентів схрещування. Тому знання закономірностей мінливості господарсько-цінних ознак, які визначають продуктивність і якість вирощеного урожаю, дає можливість більш ефективно підбирати вихідні форми для схрещування і проводити добір цінних генотипів.

Селекційні програми створення високопродуктивних сортів мають базуватися на науковому прогнозі розвитку ознак і властивостей, які детермінуються спадково. Тому необхідно знати, як успадковуються ознаки і властивості за певних умов розвитку і повною мірою прогнозувати кінцеві результати гібридизації. Вивчення кількісних ознак, що контролюються полімерними генами дуже

ускладнюється внаслідок їх значної мінливості, що зумовлено умовами середовища, а загальна картина їх успадкування і мінливості маскується модифікуючою дією гетерозису в  $F_1$ .

Ступінь фенотипового домінування, як показник для оцінки селекційного матеріалу на ранніх етапах випробовування, використовується в багатьох культур. Дослідження за цим показником підтверджують можливість його використання при підборі пар для схрещування, а також для швидкої оцінки гібридних нащадків (Nosova 1973; 1981).

Основною відмінною особливістю гібридів  $F_1$  є прояв ефекту гетерозису за окремими кількісними та якісними ознаками, що зумовлюється перш за все, гетерозиготним станом організму. Численні дослідження показали перевагу гібридів  $F_1$  над сортами, тому сьогодні створення гетерозисних гібридів є пріоритетним для багатьох сільськогосподарських культур і не виключенням є тютюн. Найвищий ефект гетерозису відмічають при схрещуванні сортів, екологічно та географічно віддалених (Bogoievich 1984). Гетерозис пояснюють підвищенням гетерозиготності. Чим значніші генетичні відмінності у батьків, тим сильніше проявляється гетерозис у гібридів. Питання закріплення гетерозису представляють певний інтерес для селекції. Проблема гетерозисного закріплення вирішується порівняно просто лише у рослин що вегетативно розмножуються, та у яких гетерозис гібридів в  $F_1$  зберігається при подальшому їх вегетативному розмноженні. Для рослин, що розмножуються насінням, ця проблема для багатьох культур знаходиться в стадії теоретичних досліджень, або в початковій стадії експериментальної розробки. Найбільш ефективними способами гетерозисного закріплення вважаються переведення гетерозисних гібридів на шлях сталого регулярного апоміктичного розмноження і поліплоїдизація гетерозисних гібридів, внаслідок чого швидкість гомозиготизації в поколіннях знижується, і з'являється можливість отримання ефекту гетерозису упродовж 5-6 поколінь (Savina et al. 2002).

Селекційні дослідження щодо створення гібридів тютюну у  $F_1$  ведуться майже у всіх країнах, які вирощують цю культуру, але ефект гетерозису майже ніким не закріплюється. Тому практичне використання такого напрямку селекційного процесу є цікавим та цінним, особливо у насінницькому процесі.

Метою даного напрямку досліджень було провести комплексну оцінку колекційного

матеріалу за основними та другорядними ознаками застосовуючи кластерний аналіз, виділити основні ознаки, що корелюють з продуктивністю для залученням кращих у селекційний процес з метою одержання гібридів що володіють високим ефектом гетерозису та закріплення його через індукцію апоміксісу.

### Матеріали і методи

Вихідним матеріалом для досліджень були колекційні зразки, зареєстровані в Національному центрі генетичних ресурсів рослин України. Проведено гібридизацію за діалельною схемою та отримано насіння  $F_1$  від 36 гібридних комбінацій. Кращі гібриди з високим ефектом гетерозису переведені на апоміктичну основу з метою закріплення гетерозису з високими показниками продуктивності. Основний методичний посібник у селекційній роботі є "Методика селекционной работы по табаку и махорке" (Kosmodemjanskiy et al. 1974). Оцінка за морфологічними та біологічними ознаками проводилась згідно удосконаленої нами і апробованої в західній частині України класифікатора Л.В. Семенова (Semenova, Ruban 1982). Переведення на апоміктичну основу з метою закріплення гетерозису застосовували методику розроблену Савіною О.І.

### Результати досліджень

З метою комплексної оцінки експериментальних гібридів за проявом кількісних ознак нами проведено кластерний аналіз за основними кількісними ознаками: висота рослин, кількість листків, довжина та ширина листків. Аналізуючи експериментальні гібриди за проявом кількісних ознак встановлено три групи розподілом їх кластерним методом. На дистанції 120 згруповано 12 гібридних комбінацій (Рис. 1).

Перший з них на рівні дистанційної відстані (Д) 20 розподілився на 2 підкластери, які об'єднали форми за близькими ознаками і не значно відрізнялись за рівнем прояву, а також незначна група утворила додатковий кластер із відмінними ознаками та більш високим рівнем прояву на дистанції 120. Аналізуючи матеріали експериментальних гібридів виділено 8 з високими показниками ефекту гетерозису за висотою рослин. Серед високих показників виділено гібрид Пологі шарго / Бравий 200 та Спектр / Бравий 200, висота рослин яких становила 231 см. Гібридні комбінації Берлей 7 / Берлей 9 / 10 та Берлей 7 / Бравий 200 характеризувались висотою рослин 208 см,

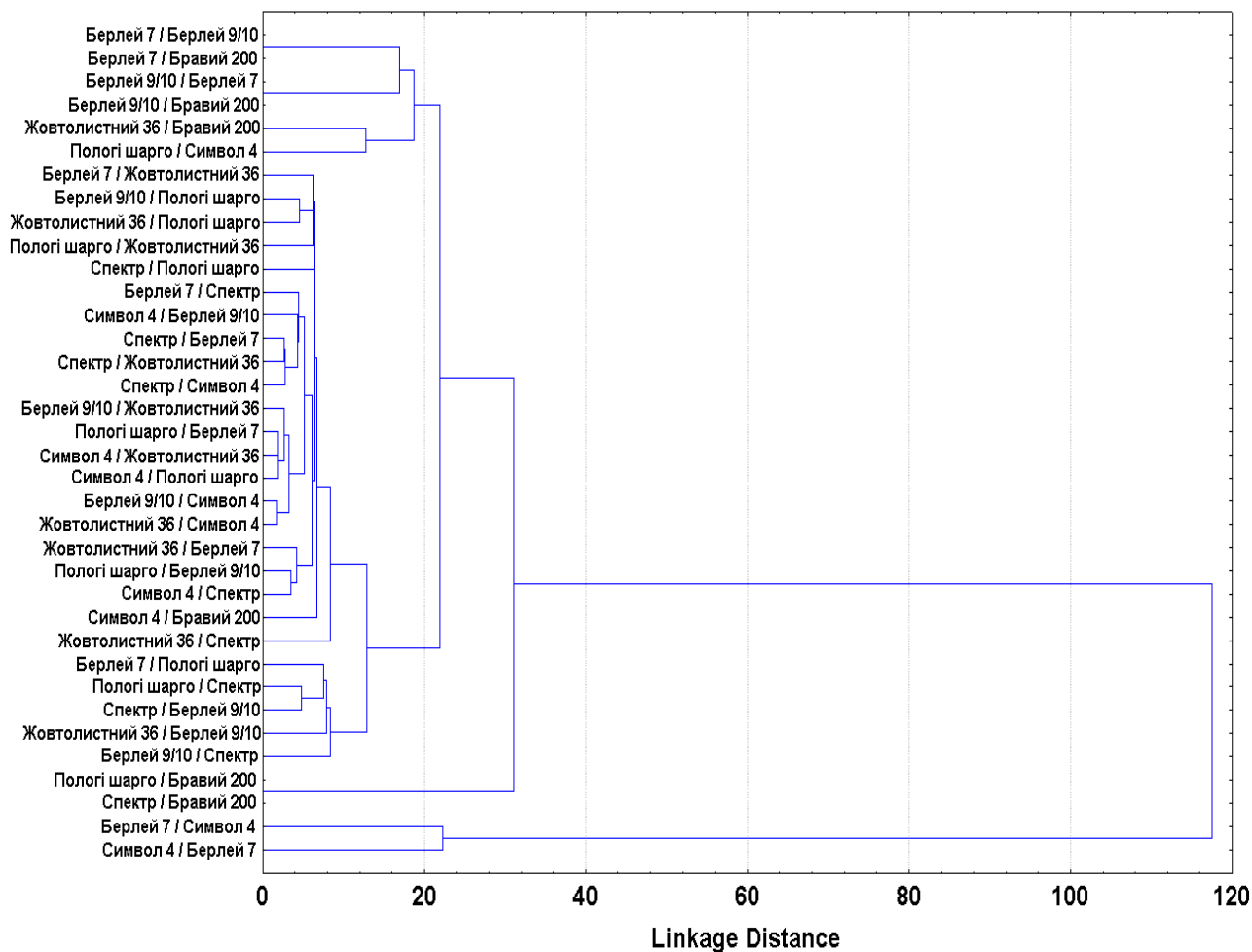


Рис. 1. Кластерний аналіз гібридних форм за кількісними показниками

Fig. 1. Cluster analysis of hybrid forms by quantitative indicators

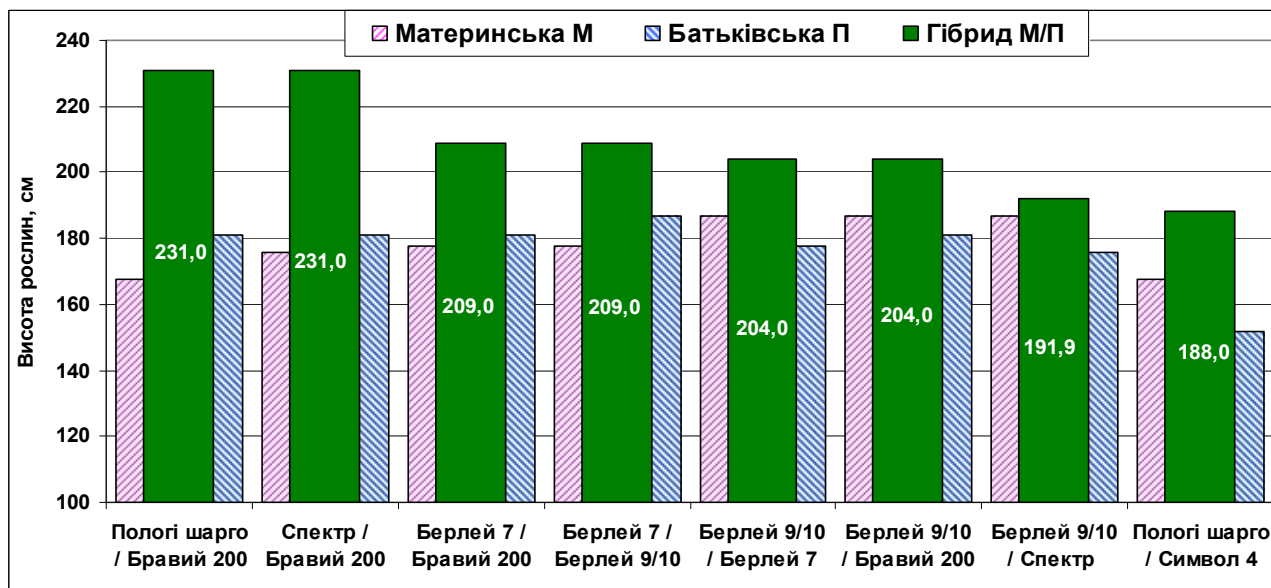


Рис. 2. Гібридні форми з найбільш вираженим ефектом гетерозису за висотою рослин

Fig. 2. Hybrid forms with the most pronounced effect of heterosis on plant height

Таким чином, можна констатувати, що комбінація з поєднанням батьківських пар дає високий ефект гетерозису, а відповідно і інші кількісні ознаки, які забезпечують високу урожайність. Аналізуючи матеріали успадкування ознаки кількості листків

встановлено 6 гібридних комбінацій, у яких відмічено від 26,5 до 30,1 технічних листків, але переважають значно батьківські форми лише гібриди Берлей 9/10 / Спектр та Жовтолистний 36 / Берлей 9/10 (Рис. 3).

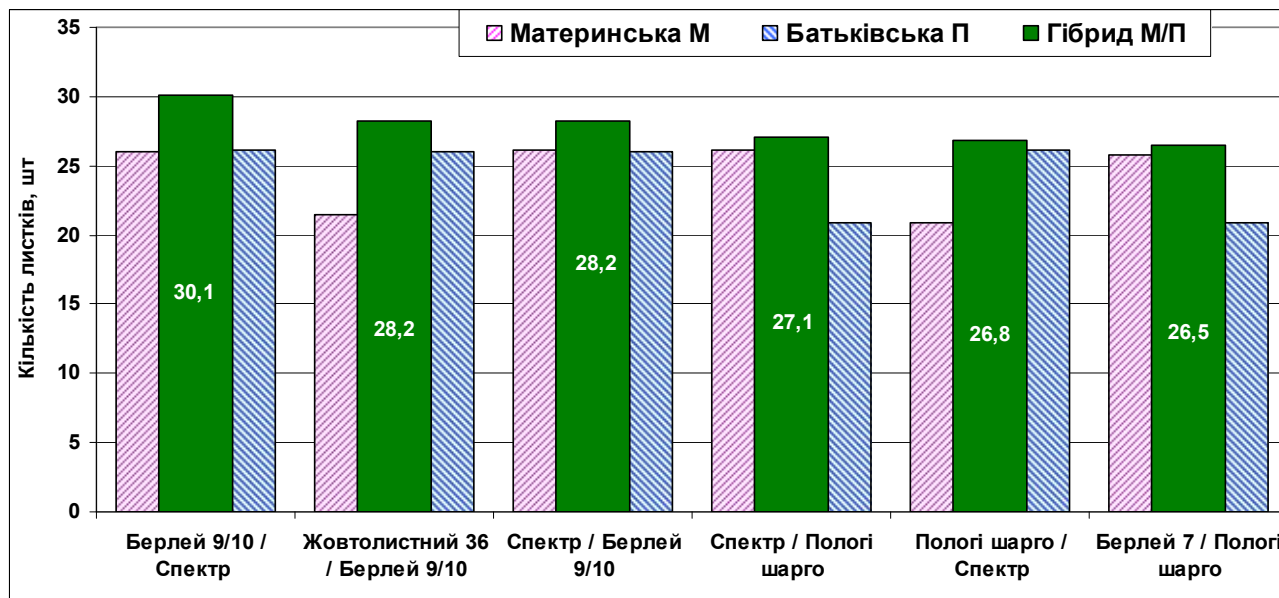


Рис. 3. Гібридні форми з найбільш вираженим ефектом гетерозису за кількістю листків

Fig. 3. Hybrid forms with the most pronounced effect of heterosis on the number of leaves

Високі показники ефекту гетерозису одержано за довжиною листків у 9 гібридних комбінацій, які значно переважають батьківські форми. Серед кращих гібридів виділено Берлей 7 / Символ 4 (90,8 см), Символ 4 / Берлей 7 (82,9 см). Інші гібриди характеризуються дещо нижчими показниками, але не нижче 61,3 см.

З високим вираженим ефектом гетерозису за шириною листків виділено 7 гібридних комбінацій і всі значно переважають показники ширини листка обох батьківських пар. Серед кращих виділяються Берлей 7 / Берлей 9/10 та Берлей 7 / Бравий 200, довжина листка яких сягає 40,9 см. Такі гібридні комбінації як Берлей 9/10/ Берлей 7 та Берлей 9/10 / Бравий 200 характеризувались довжиною листка 35,9 см. Серед виділених гібридів зустрічаються сорти Берлей 7, Берлей 9/10, Бравий 200, які при поєднанні дають високий ефект гетерозису за кількісними ознаками.

Над створенням нових сортів тютюну на апоміктичній основі колектив Закарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції працює з 1998 року. Напрацьовано значний вихідний матеріал для подальшого

селекційного процесу. Селекційний процес планується перевести на апоміктичну основу з метою закріплення гетерозису, скорочення селекційного процесу та підвищення насінневої продуктивності. Взагалі явище апоміксису у практичній селекції майже не використовується, хоча цей тип розмноження виявлений у багатьох сільськогосподарських культур. В першу чергу це стосується кукурудзи, суніці, агрусу, ряду лікарських та пряно-ароматичних культур, але таких глибоких досліджень не проводилось, за виключенням тютюну. Дослідження розпочаті ще у 1960-ті роки, але результатів для впровадження у практичну селекцію одержано лише наприкінці 1980-х років із відкриттям Саричевим Ю.Ф. можливості стимулювання апоміксису шляхом схрещування тютюну з його дикою формою (Sarychev 1986; Peruanskiy, Tazhibayeva 1988). У зв'язку з цим, актуальним є дослідження з питань добору материнських і батьківських компонентів гібридів  $F_1$ , особливостей успадкування ознак і властивостей гібридами  $F_1$ , визначення їх господарської цінності та

виділення джерел і донорів цінних ознак для селекції на гетерозис.

Знання закономірностей мінливості господарсько-цінних ознак, які визначають продуктивність і якість насіння рослин тютюну, дає можливість ефективніше підбирати вихідні форми для схрещування і проводити добір цінних генотипів. Вивчення кількісних ознак, що контролюються полімерними генами дуже ускладнюється внаслідок їх значної мінливості, що зумовлюється умовами середовища, а загальна картина їх успадкування і мінливості

маскується модифікованою дією гетерозису в F<sub>1</sub>.

Одним із важливих структурних елементів продуктивності тютюну є кількість листків придатних для збирання та їх довжина і ширина. Не менш важливою є оптимізація висоти рослин. Аналізуючи гібриди F<sub>1</sub> за цими показниками встановлено гібридні комбінації, які проявили ефект гетерозису за висотою рослин. Із 36 комбінацій гетерозис виявлено у 11 гібридів F<sub>1</sub> (табл. 1).

Таблиця 1. Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування за висотою рослин у кращих гібридів F<sub>1</sub> тютюну

Table 1. The effect of heterosis and the degree of phenotypic dominance of plant height in the best F<sub>1</sub> tobacco hybrids

Гібридна комбінація	Висота рослин, см		Коефіцієнт варіації, V (%)	Ступінь фенотипового домінування, h <sub>p</sub>	Гіпотетичний гетерозис, %	Справжній гетерозис, %
	середнє знач.	±				
♀ Берлей 9/10	186,6	2,00	1,50	-	-	-
♂ Спектр	175,8	2,67	2,12	-	-	-
F1	191,9	4,79	3,49	1,98	5,91	2,84
♀ Пологі шарго	167,4	5,77	4,82	-	-	-
♂ Жовтолистий 36	170,5	1,27	1,04	-	-	-
F1	176,0	1,55	1,23	4,55	4,17	3,23
♀ Жовтолистий 36	170,5	1,27	1,04	-	-	-
♂ Бравий 200	181,0	1,75	1,35	-	-	-
F1	187,5	13,6 2	10,15	2,24	6,69	3,59
♀ Берлей 7	177,8	2,07	1,63	-	-	-
♂ Пологі шарго	167,4	5,77	4,82	-	-	-
F1	185,3	1,35	1,02	2,44	7,36	4,22
♀ Берлей 9/10	186,6	2,00	1,50	-	-	-
♂ Берлей 7	177,8	2,07	1,63	-	-	-
F1	204,0	11,2 9	7,73	4,95	11,96	9,32
♀ Берлей 9/10	186,6	2,00	1,50	-	-	-
♂ Бравий 200	181,0	1,75	1,35	-	-	-
F1	204,0	11,2 9	7,73	7,21	10,99	9,32
♀ Берлей 7	177,8	2,07	1,63	-	-	-
♂ Берлей 9/10	186,6	2,00	1,50	-	-	-
F1	209,0	7,11	4,76	6,09	14,71	12,00
♀ Пологі шарго	167,4	5,77	4,82	-	-	-
♂ Символ 4	151,9	2,25	2,07	-	-	-
F1	188,0	21,8 0	16,21	3,66	17,76	12,31

♀ Берлей 7	177,8	2,07	1,63	-	-	-
♂ Бравий 200	181,0	1,75	1,35	-	-	-
F1	209,0	7,11	4,76	18,50	16,50	15,47
♀ Пологі шарго	167,4	5,77	4,82	-	-	-
♂ Бравий 200	181,0	1,75	1,35	-	-	-
F1	231,0	21,45	12,98	8,35	32,61	27,62
♀ Спектр	175,8	2,67	2,12	-	-	-
♂ Бравий 200	181,0	1,75	1,35	-	-	-
F1	231,0	21,45	12,98	20,23	29,48	27,62

В решти гібридів F<sub>1</sub> спостерігається депресія за цією ознакою, або досить низькі показники. Кращою гібридною комбінацією за висотою рослин є Пологі шарго / Бравий 200 та Спектр / Бравий 200, де відмічено висоту рослин до 231 см, порівняно з батьківськими формами (Спектр – 175,8 см, Бравий 200 –

181 см та Пологі шарго лише 167,4 см).

Ступінь фенотипового домінування (hp) становить 8,35 та 20,23, гіпотетичний гетерозис – 32,61% та 29,48% відповідно, справжній гетерозис у цих гібридів однаковий і складає 27,62% (Рис. 4, 5).

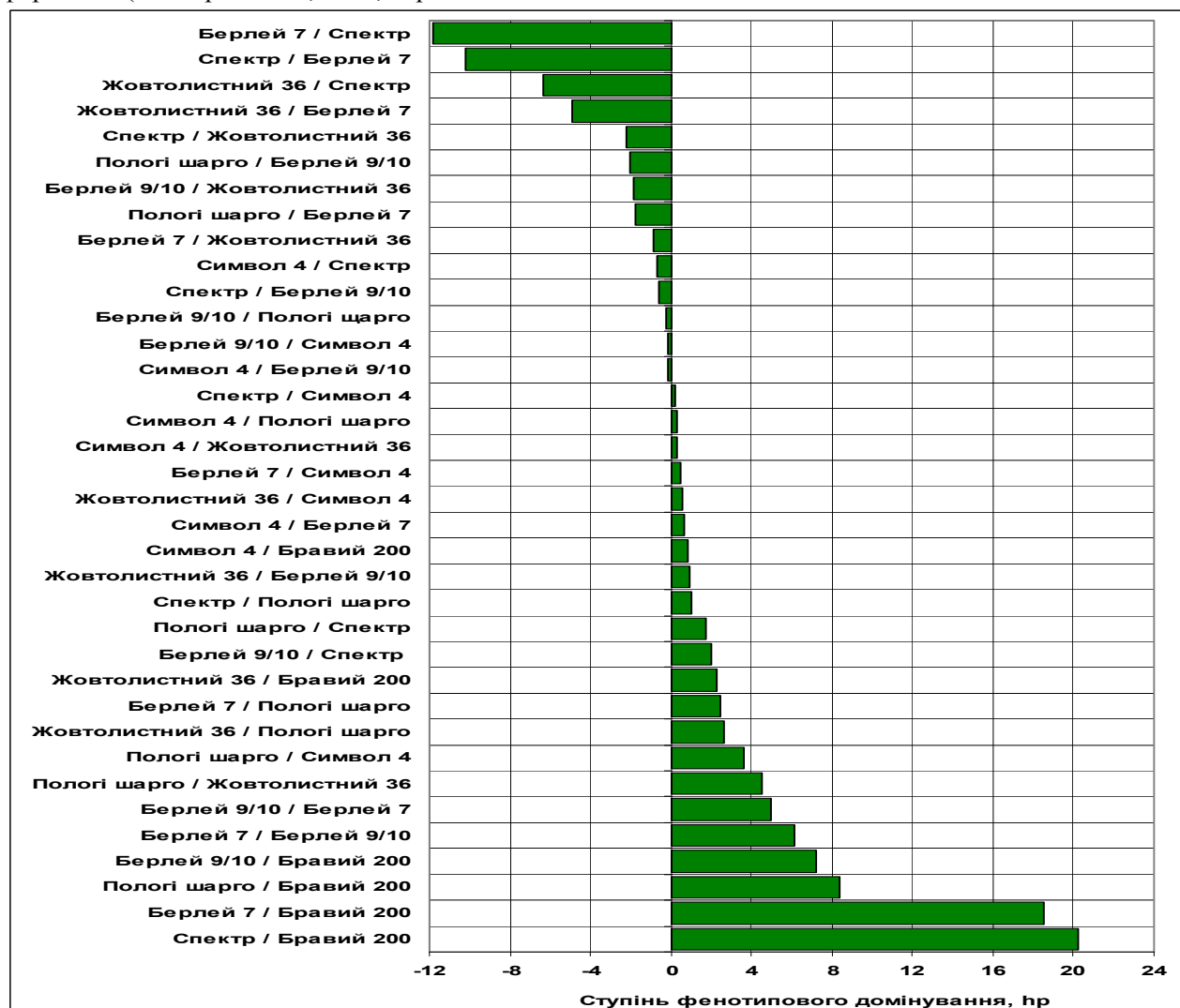


Рис. 4. Ступінь фенотипового домінування експериментальних гібридів за висотою рослин

Fig. 4. The degree of phenotypic dominance of experimental hybrids in plant height

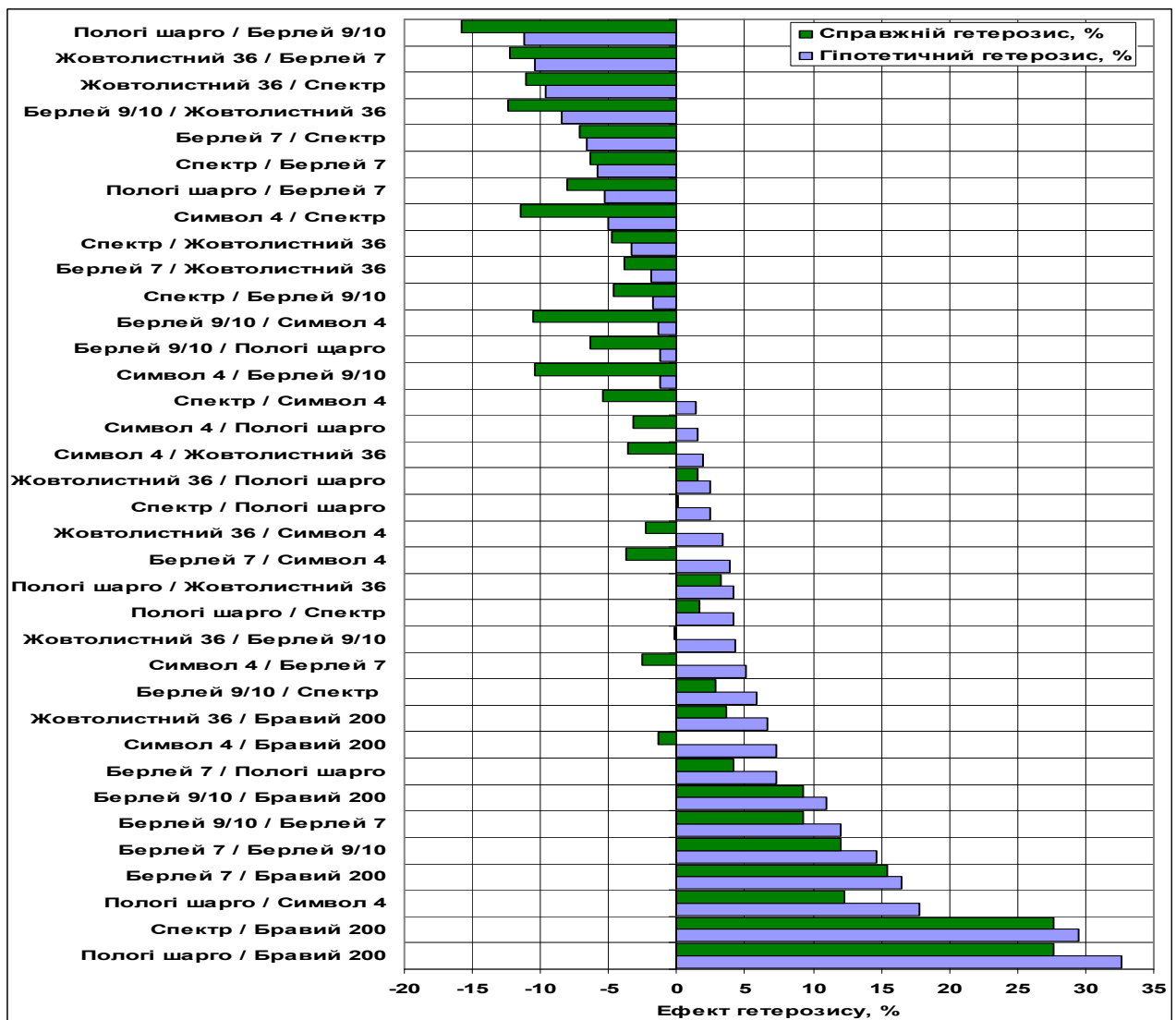


Рис. 5. Справжній та гіпотетичний гетерозис експериментальних гібридів за висотою рослин.

Fig. 5. True and hypothetical heterosis of experimental hybrids by plant height.

У результаті детального аналізу якості складових заявлених гібридів встановлено високу здатність до підсилення висоти рослин у нового сорту Бравий 200, Бравий 7 та сорту угоської селекції Пологі шарго. Важливою кількісною ознакою є кількість листків у експериментальних гібридів. Серед великого обсягу гібридного матеріалу лише п'ять виявились з високими показниками за вказаною ознакою. Так, гібрид Берлей 9/10/ Спектр забезпечив 30,1 шт. листків на стеблі, Жовтолистий 36 / Берлей 9/10 – 28,1 шт. за рахунок компонентів схрещування (Берлей 9/10 – 26 шт., Спектр – 26,1 шт.). Ступінь фенотипового домінування (hp) становить 81 у першої композиції і лише 1,98 у гібриду Жовтолистий 36 / Берлей 9/10. Гіпотетичний гетерозис навпаки, у першого гібрида складає

15,55% та 18,74% відповідно. Справжній гетерозис у цих гібридів складає 15,33% та 8,46% (табл. 2).

Аналізуючи складові гібридів, встановлено, що високого ефекту гетерозису за кількістю листків не одержано. Закріплення гетерозису через апоміксис у зазначених гібридів дає можливість одержати високий урожай на рівні 2,5-2,8 т/га. Ступінь фенотипового домінування (hp) становить 18,33 у першої композиції і лише 5,07 у гібриду Берлей 7 / Бравий 200. Гіпотетичний гетерозис у першого гібрида складає 39,41% та 28,73% відповідно. Справжній гетерозис у цих гібридів також високий і складає 36,47% та 21,82%. Таким чином, встановлено кращі гібридні комбінації з метою закріплення цих ознак шляхом апоміксису.

Таблиця 2. Аналіз ступеня фенотипового домінування та справжнього і гіпотетичного гетерозису за кількістю листків кращих експериментальних гібридів

Table 2. Analysis of the degree of phenotypic dominance and true and hypothetical heterosis by the number of leaves of the best experimental hybrids

Гібридна комбінація	Кількість листків, шт		Коефіцієнт варіації, V (%)	Ступінь фенотипового домінування, $h_p$	Гіпотетичний гетерозис, %	Справжній гетерозис, %
	середнє знач.	$\pm$				
♀ Берлей 9/10	26,0	1,07	5,73	-	-	-
♂ Спектр	26,1	1,33	7,10	-	-	-
F1	30,1	1,63	7,58	81,00	15,55	15,33
♀ Жовтолистий 36	21,5	0,7	4,52	-	-	-
♂ Берлей 9/10	26,0	1,07	5,73	-	-	-
F1	28,1	1,11	5,49	1,98	18,74	8,46
♀ Берлей 7	25,8	0,63	3,56	-	-	-
♂ Пологі шарго	20,09	1,14	7,63	-	-	-
F1	26,5	0,70	3,67	1,29	13,49	2,71
♀ Пологі шарго	20,09	1,14	7,63	-	-	-
♂ Спектр	26,1	1,33	7,10	-	-	-
F1	26,8	0,88	4,59	1,27	14,04	2,68
♀ Спектр	26,1	1,33	7,10	-	-	-
♂ Пологі шарго	20,09	1,14	7,63	-	-	-
F1	27,1	1,09	5,62	1,38	15,32	3,83

### Обговорення

Селекційні дослідження щодо створення гібридів тютюну F<sub>1</sub> ведуться майже у всіх країнах, які вирощують цю культуру, але за схем застосування апоміксису наша установа є лідером. Нами розроблено основні методики та схеми селекційного процесу, відпрацьовано класифікатор прояву основних аномальних ознак, закріплення та ідентифікація апоміктичної властивості як точними лабораторними дослідженнями так і польовим експрес-методом.

### Висновки

Ступінь домінантності та ефект гетерозису у гібридів F<sub>1</sub> обумовлені генотиповим різноманіттям вихідних компонентів схрещування, а також є результатом взаємодії

генотипу з умовами зовнішнього середовища. Виділено кращі гібридні комбінації за ознаками: висота рослин – Пологі шарго / Бравий 200 та Спектр / Бравий 200, де відмічено висоту рослин до 231 см; кількості листків – Берлей 9/10 / Спектр забезпечив 30,1 шт. листків на стеблі, Жовтолистий 36 / Берлей 9/10 – 28,1 шт. за рахунок компонентів схрещування (Берлей 9/10 – 26 шт., Спектр – 26,1 шт.); ширини листка (Берлей 7 / Берлей 9/10 та Берлей 7 / Бравий 200 – 40,9 см); довжини листків (Берлей 7 / Пологі шарго – 68,5 см, Берлей 7 / Берлей 9/10 та Берлей 7 / Бравий 200 – 68,1 см), які проявили позитивне наддомінування і становлять практичний інтерес для закріплення гетерозису через апоміксис та подальшого випробування у конкурсному розсаднику.

BOROYEVICH, S. (1984) *Selektsiya na urozhaynost. Printsipy i metody selektsii rasteniy*. Kolos, Moscow, pp. 191-228 (in Russian).

VASYLKIVSKYI, S.P., VLASENKO, V.A. (2002) Rozshyrennia henetychnoho riznomanittia

vykhidnoho materialu v selektsii zernovykh kultur. In: *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Myronivskoho instytutu pshenytsi imeni Remesla*, V. 2. Ahrama Nauka, Kyiv, pp. 12-17 (in Ukrainian).



- NOSOVA, P.P. (1973) Izucheniie mezhsortovykh gibridov tabaka v razlichnykh klimaticheskikh zonakh. *Sbornik nauchno-issledovatel'skikh rabot*, 158, Krasnodar, pp. 3-9 (in Russian).
- NOSOVA, P.P. (1981) Vliyaniye ekologicheskikh usloviy na plastichnost nekotorykh sortov i gibridov tabaka. *In: Ekologicheskaya genetika rasteniy i zhivotnykh, Chast II*. Shtiintsa, Kishinjov, pp. 105-106 (in Russian).
- SAVINA, O.I., ROYIK, M.V., BILOHORODSKA-CHEREDNICHENKO, S.P. (2002) Apomiksys u tiutiunu. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 9: 40-43 (in Ukrainian).
- SARYCHEV, Yu.F. (1986) Novyj sposob polucheniya indutsirovannogo diploidnogo apomiksisa u *N. tabacum* L. *Genetika*, 7: 1138-1142 (in Russian).
- PERUANSKIY, Yu.V., TAZHIBAYEVA, T.L. (1988) Klasterizatsiya po elementam produktivnosti perspektivnykh form ozimoy pshenitsy razlichnoy morozostoykosti. *In: Seleksiya i urozhay*. Alma-Ata, pp. 143-153 (in Russian).
- KOSMODEMJANSKIY, V.N., PSAREVA, E.N., GREBENKIN, A.P., YAKOVU, A.S., VLASOV, V.I., IVANOVA, T.Z., RUBAN, E.V. (1974) *Metodiki selektsionnoi raboty po tabaku i makhorke*. Krasnodar (in Russian).
- SEMENOVA, L.V., RUBAN, E.V. (1982) Klassifikator roda *Nicotiana* – tabak. Leningrad (in Russian).