

## ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТУ ГЕТЕРОЗИСУ В СЕЛЕКЦІЇ БУРЯКА СТОЛОВОГО

**С.І. КОРНІЄНКО**, кандидат сільськогосподарських наук,

**Т.К. ГОРОВА**, доктор сільськогосподарських наук,

**І.М. МИТЕНКО, О.П. СТОВБІР**

**Інститут овочівництва і баштанництва НААН**

*Пропонуються нові теоретичні підходи ведення селекції буряка столового, в основу яких покладено генетичні особливості батьківських компонентів та нові комбінації існуючих традиційних методів. Розроблено прискорені способи створення сортів Дій сортотипу Екліпс, Багряний, Вітал. Представлено методичний матеріал щодо створення лінійного матеріалу для гібридів F<sub>1</sub>.*

*Ключові слова: буряк столовий, гетерозис, селекція, метод, лінія.*

Коренеплоди буряку столового є основним джерелом дієтичного харчування завдяки вмісту великої кількості лікувальних компонентів. Тому розширення геноплазми такої цінної культури є одним з актуальних наукових завдань. Вирішити таке завдання можливо лише при розробці методів прискорення селекційного процесу виходячи з того, що для отримання нових генотипів дворічної культури потрібно 25–30 років. Одним з ефективних методів сьогодення залишається різні модифікації гібридизації у більшості внутрішньовидової. Для нас необхідно було розробити нові схеми селекції на базі позитивної дії ефекту гетерозису та генетичних особливостей батьківських форм [1].

**Методика досліджень.** Дослідження проводили (1999 – 2011 рр.) у польових умовах селекційній сівозміні ІОБ НААН за ранньовесняною схемою сівби між рядками 40 і 70 см, норма висіву 12 кг/га, площі облікової ділянки 5 – 20 м<sup>2</sup>, залежно розсаднику [2]. Гібридизацію рослин проводили за вільним переzapиленням на ізоточках [3].

**Результати досліджень.** Дослідження з використання явища гетерозису на буряку столовому розпочали на Сквирській дослідній станції, але ефект його проявлення закріплювали у потомстві при створенні тільки одноросткових сортів. В цей час аналогічну роботу проводили і в інституті, визначаючи у сортів ефект явища гетерозису, який складав основну частину синтетичної селекції. Генетична система створення вихідного матеріалу для гетерозису базувалась на рекомбінації алельних генів. На основі гетерозису отримували джерела спадкової мінливості від рекомбінації алельних генів схрещування вихідних форм. Так, у гібрида F<sub>1</sub> буряку столового, створеного при схрещуванні чотирьох сортів голландської селекції сортотипу Бордо, відмічено значну перевагу за урожайністю над материнськими формами у період пучкової і технічної стиглості. Ефект гетерозису становив 20 – 28% за пучковою урожайністю і 19 – 29%—за технічною, який апробовано при створенні сорту скоростиглого Дій.

Проявлення гетерозису у першому поколінні спостерігалось і у гібридів від потрійних схрещувань. Такі гібриди одержували схрещуванням перших поколінь простих парних гібридів з третім сортом. Це явище покладено у створення сорту

Багрянний. Отже, гетерозис був одним із ефективних явищ, який після отримання міжсортних гібридів першого покоління з високим ефектом надалі методом індивідуально-родинного добору закріплювали у потомстві розщеплюваних популяцій. Як правило, у буряку столового більший (на 20–30%) ефект гетерозису спостерігали, в основному, за урожайністю, продуктивністю, вмістом цукрів і бетаніну по відношенню до батьківських пар, якщо вони відрізнялись за походженням, різновидностями та екологічним репродукуванням насіння.

При встановленні природи гетерозису, особливо біологічної сутності, визначено, що за роками проявлення його ефекту змінюється і залежить від наслідування особливостей батьківських компонентів, які беруть участь у гібридизації, та умов вегетації. Для швидкого комбінування у поколінні гібрида  $F_1$  комплексу господарсько-цінних ознак враховували кореляційні зв'язки. При цьому обов'язково брали до уваги генетичну природу батьківських пар. Для встановлення генетичної природи застосовували аналіз літературних джерел щодо визначення геномного складу буряку столового за наявності ідентифікаційних генів, які контролюють ту чи іншу ознаку (особливо Rot—R) червона шкірка коренеплоду з червоною головкою.

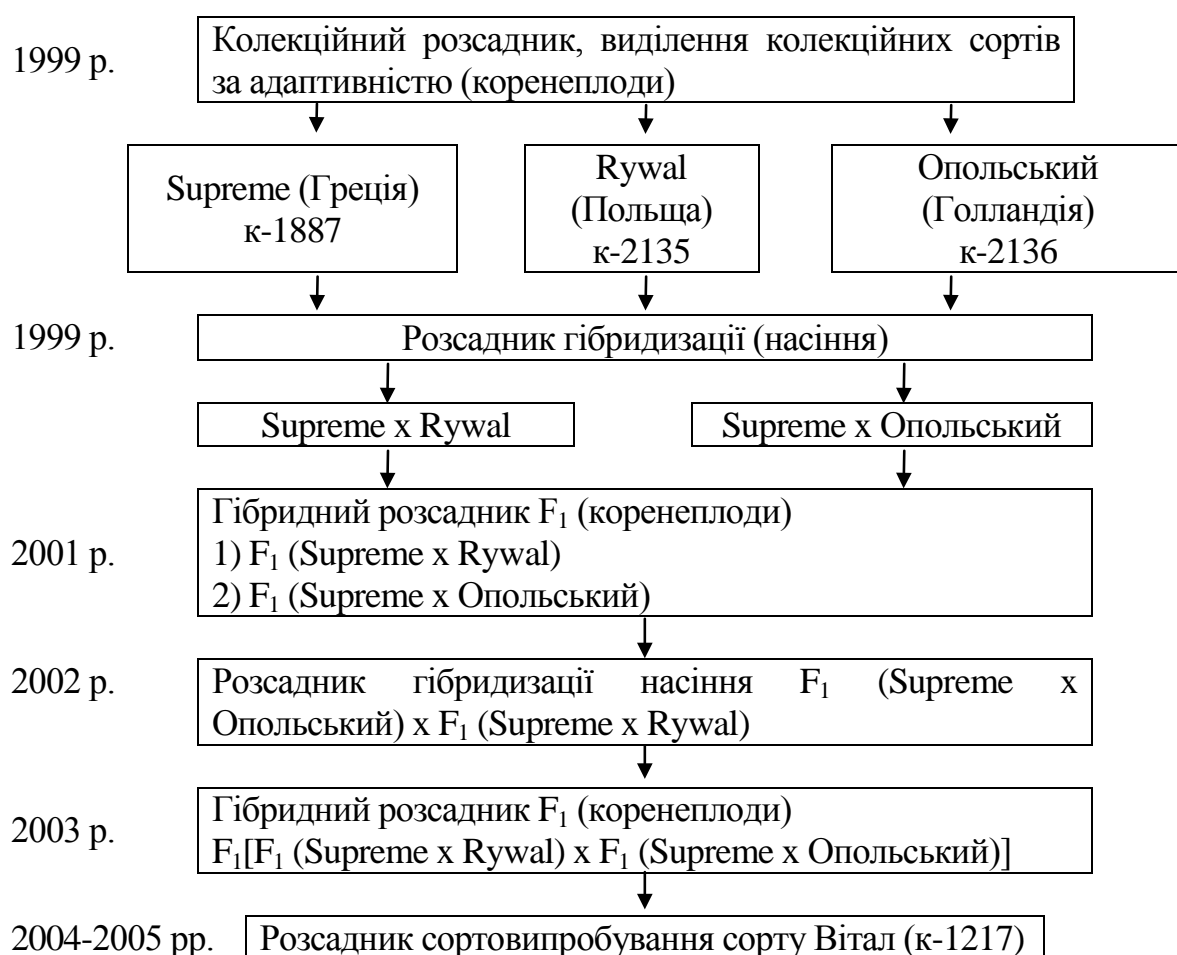
Проаналізовано фенотиповий прояв індукованих генів у колекційних і селекційних зразків для виявлення генотипів при створенні ліній. Визначено наявність генів у нових створених сортів буряку столового, які у більшості випадків використовували тестерами для отримання гібридів першого покоління (C—стійкість до кучерявості листків, Cl—пігментований лист, Cv—пігментована жилка листка, L—довгий коренеплід,  $RR^t$ —червона шкірка і головка коренеплода, ru—коричнева шкірка).

При розширенні гетерозисної селекції особливу увагу приділяли: збільшенню генетично обумовленого генофонду та створенню ліній з комплексом ознак; закономірностям успадкування господарсько-цінних ознак колекційного і селекційного матеріалів і визначенню донорів для селекції; виявленню батьківських форм з високою загальною і специфічною комбінаційною здатністю, значення якої контролюється адитивним характером генів. Генетичний ефект СКЗ розкривався над домінантною епістатичною взаємодією генів одного батька. Аналіз геному свідчить, що ознаки, які контролюються декількома генами з ефектом домінування, у своєму проявленні більш схильні до дії факторів зовнішнього середовища, тоді як ознаки, які контролюються незначною кількістю адитивно діючих генів, більш стійкі до стресових умов.

Для визначення ЗКЗ і СКЗ використовували прямі та діалельні реципрокні схрещування генетично відмінних груп ліній та шкалу Кобилянського (2003). Щоб отримати гібриди  $F_1$ , на першому етапі селекції використовували метод топкросу, коли—лінії або сорти схрещували з адаптивно-ефективним тестером. Надалі користувались основною концепцією гена комплексних ознак, добираючи батьківські пари (ліній, сортів) для гібридизації за генетичною структурою селекційних ознак. Щоб передати потомству батьківські гени застосовували щеплення, або несправжню плейотропність, а у більшості випадків здатність одного гена впливати одночасно на декілька ознак.

Плейотропія базувалась на кореляції ознак, які поділяли на лінійні, криволінійні, позитивні, прямі, негативні (зворотні), прості і складні. Якщо існує позитивний кореляційний зв'язок між ознаками, ген обов'язково впливав на інший, і вони наслідувались разом.

У нашій практиці при створенні сортів застосовували конвергентне поліпшення, коли простий гібрид бекросується з батьківськими формами і в результаті одержують самозапильні дві лінії, які схрещують між собою та періодичний добір, основу якого складає теж міжсортівий гібрид, з якого й одбирають лінії з необхідними ознаками, само запилюють, а потім схрещують між собою. Найбільш ефективною виявлено реципрокну селекцію—з гібридної міжсортівної популяції або її похідних форм закладають лінії, схрещуючи між собою і отримуючи прості гібриди, з яких надалі отримують подвійні (рис. 1).



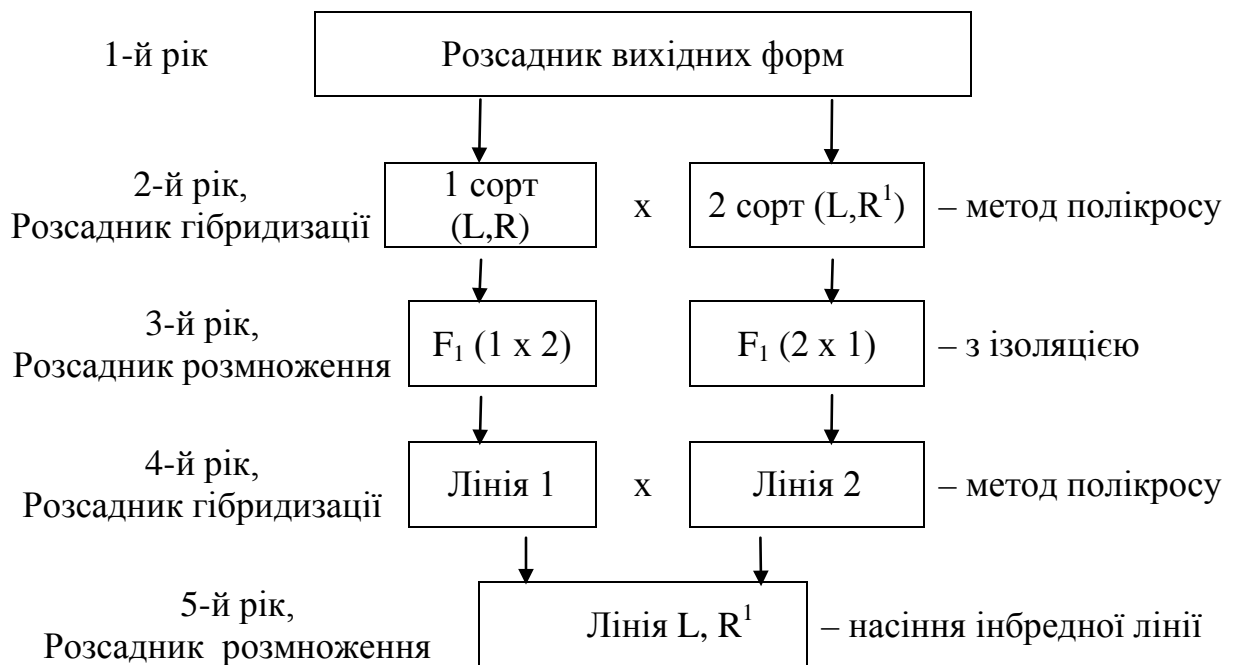
**Рис. 1. Селекційний процес створення сортів буряку столового циліндричного сорто типу**

Вищезазначені методи використано у селекційному процесі створення сорту Вітал, який відноситься до середньостиглих (вегетаційний період—100 – 110 діб). Сорт має прямостоячу розетку з 15 – 18 листків, діаметром 39 – 43 см, висотою 20 – 23 см. Коренеплід циліндричної форми, довжиною 12 – 15 см, діаметром 4 – 6 см, довжина хвостика—12 – 15 см. Маса коренеплоду від 310 до 400 г. Урожайність—33 – 35 т/га, товарність—87 – 91%. Вміст сухої речовини—14 – 17%, загального цукру—8 – 9%, аскорбінової кислоти—13 – 15 мг%, бетаніну—460 – 570 мг%, нітратів—1341 – 2590 мг/кг.

У селекційній роботі нами використано методи, які тривають до цього часу у процесі створення. Ефективний лінійний матеріал отримали також

використовуючи метод Педігрі, основу якого складають потомства міжлінійного гібрида з ознаками, які відповідають напряму нової лінії. Але цей метод повністю не гарантував прояв гетерозиготності. Лінійний матеріал одержували і за методом Мірюті, застосовуючи батьків перспективного міжлінійного гібрида. Потім індивідуальними багаторазовими схрещуваннями цих ліній отримували нові.

Економічно доцільним у гетерозисній селекції є метод топ кросу, коли використовують один тестер і дві самозапилючі лінії. Ефект гетерозису залежав, як правило, від лінійного матеріалу з відповідним геномним складом та комбінаціями схрещувань. Найбільшу силу забезпечували різногенетичні батьківські пари буряку столового не тільки від простих міжлінійних схрещувань, а також трьохлінійні ( $F_1 \times I_3$ )—від гібридизації (простого гібрида на іншу інцухт-лінію), подвійні або чотирьохлінійні гібриди—від перезапилення двох лінійних ( $F_1 \times F_1$ ) та потрійні ( $F_1 \times F_1 \times F_1$ ) та чотирьохлінійні ( $F_1 \times F_1 \times F_1 \times F_1$ ). У селекції буряку столового можна застосовувати і метод реципрочно-рекурентної селекції, де періодично проводять повторні схрещування за рис. 2.



**Рис. 2. Реципрочно-рекурентна селекція при створенні ліній буряку столового**

Цей метод забезпечує рекомбіногенез генів: L—довгий коренеплід і R—червону шкірку коренеплоду.

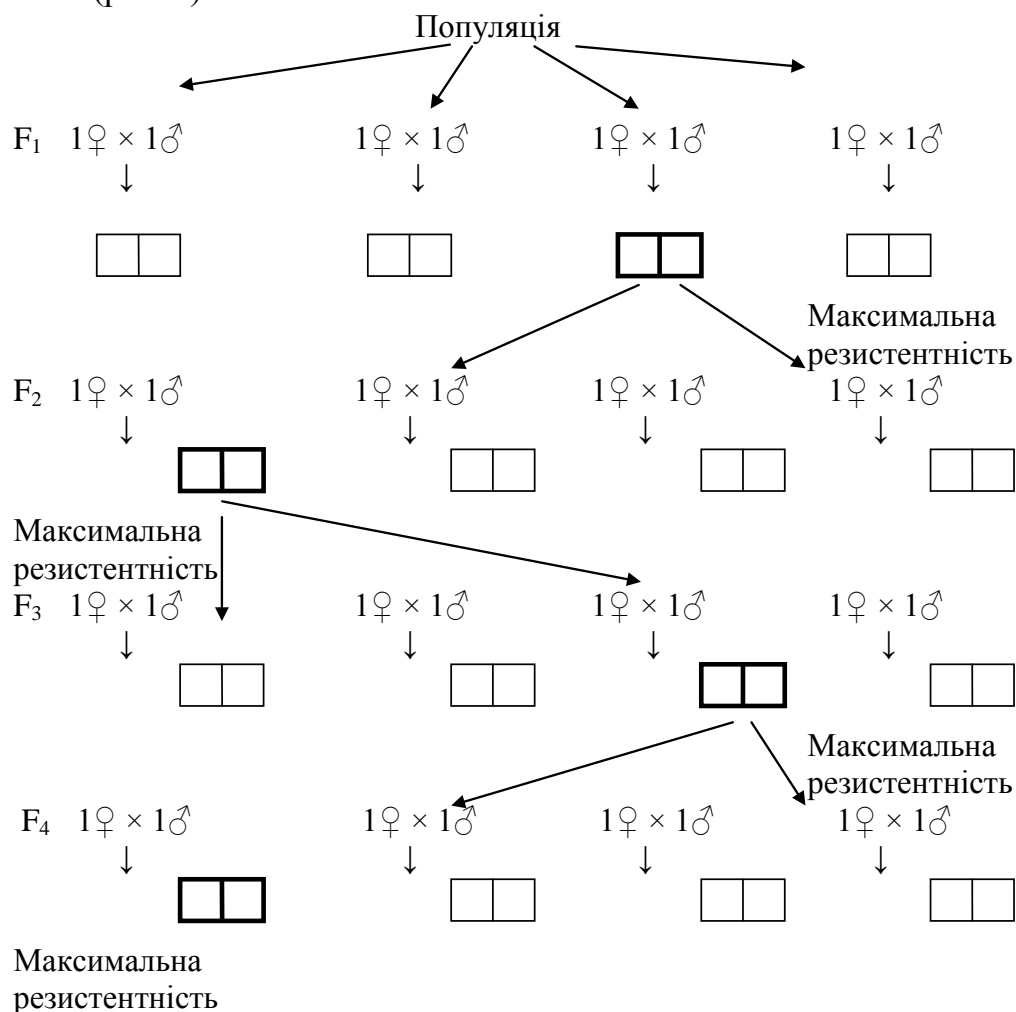
У процесі створення ліній гібридів  $F_1$  спостерігали різні типи взаємодії генів, відкриті раніше вченими-генетиками: комплементарний, доповнюючий один одного; епістатичний, коли два домінуючих гена належать до різних алеломорфних пар одного організму, від взаємодії яких один ген подавляє інший і стає основним; полімерний—взаємодія однотипових генів, які однаково діють на ознаку.

Встановлено, що наслідування кольору коренеплоду контролювалось сильними генами, які забезпечували прояв гетерозису. Надалі гомозиготні лінії можна отримати від схрещування гібрида  $F_1$  з однією з батьківських форм (бекросування) (табл. 1).

# **1. Ступінь домінантності урожайності (т/га) у гібридів F<sub>1</sub> буряку столового**

Батьки, гібрид F <sub>1</sub>	2001 р.	2002 р.	Фенотипове проявлення генів	
			Форма коренеплоду	колір коренеплода
♀ Supreme	33,9	40,4	Циліндрична, L	Коричневий, gu
♂ Rywal	40,8	36,5	Циліндрична, L	Червоний, r
F <sub>1</sub> (Supreme x Rywal)	60,7	66,4	Циліндрична, L	Коричневий, gu
Ступінь домінантності (h)	6,7	14,03	Циліндрична, L	Червоний, r
♀ Supreme	33,9	40,4	Циліндрична, L	Коричневий, gu
♂ Опольський	40,0	44,6	Циліндрична, L	Червоний, r
F <sub>1</sub> (Supreme x Опольський)	78,0	58,1	Циліндрична, L	Червоний, r
Ступінь домінантності (h)	13,5	7,42	Циліндрична, L	Червоний, r

Для отримання гомозиготних ліній селекціонери у більшості випадків забезпечують родинні схрещування (інцухт) з гібридів F<sub>1</sub>, генетична суть яких призводить до розкладу вихідної популяції на лінії з різними генотипами. Гени в них з гетерозиготного стану переходять у гомозиготний. Використовують також схрещування внутрішньо- і міжлінійні (кросбридинг). Успішному отриманню ліній сприяє і сиб-селекція, що базується на методі індивідуального добору з потомства гібридних популяцій та наявності максимальної резистентності у одного з них (рис. 3).



**Рис. 3. Сиб-селекція при створенні ліній буряку столового**

Але спадкові властивості при цьому за продуктивністю близькоспоріднених ліній важко проаналізувати.

В інституті з використанням інцухтування створено гомозиготні лінії багаторосткового буряку столового, з високим вмістом бетаніну, лежкістю, стійкістю до стресових умов і хвороб кк 207,24. Отримані лінії при гібридизації з вільнозапилюючим тестером—сортом Дій, який має генетичну основу лежкості та скоростиглості, забезпечують високу загальну комбінаційну здатність. При її визначенні спочатку використовували метод топ-кросу, а специфічну комбінаційну здатність—за неповною діалельною схемою.

Спалах гетерозису у гібридів  $F_1$  буряку столового забезпечують також реципрокні схрещування, коли тестери—сорт Дій і Бордо харківський використовують спочатку в якості батька при прямому перезапиленні  $AA \times aa$ , а при зворотному— $aa \times AA$ .

Отже, важливим моментом при створенні інцухт ліній з вихідних форм залишаються спрямовані стабілізуючі добори за кількісними ознаками та добір за виключенням небажаних ознак (ексдобір), основу якого складає тандемний добір за циклами на одну ознаку до закріплення у потомстві та ін. При цьому слід враховувати, особливо у вихідних гібридних форм, який метод було використано при гібридизації. Так, зворотні схрещування ефективні при селекції на одну або дві ознаки. Окремо при створенні ліній гібридів  $F_1$  обов'язково слід звернути увагу на первинний процес селекції—добір батьківських пар.

За гіпотезами учених, існують три концепції добору батьківських пар: концепції сорту, ознаки і гену. Концепція сорту включає добір великої кількості сортів для схрещування та отримання значної кількості комбінацій, серед яких можуть, в незначному обсязі, бути перспективні. Найбільш ефективною є концепція ознаки, коли проводиться добір пар за відомими їх ознаками, які можна поєднати в нових сортах. Як правило, схрещування базується на великій генетичній дивергенції батьків і при цьому кожен з них має більше позитивних, або менше негативних ознак. При селекції методом повного зворотного схрещування отримують більшу кількість позитивних ознак не від донора, а від реципієнта (рекурентного батька).

За нашими даними учених хіміків і біотехнологів на отримання лінійного матеріалу впливають регулятори росту. Так, для прискорення вирівняності останніх лінійних поколінь при збільшенні типовості і отриманні продуктивно-якісних маточних коренеплодів запропоновано спосіб обробки рослин у фазі 6 – 7 справжніх листків гібереловою кислотою ( $GK_3$ ) у дозі 3 мг/л. Він дозволяє підвищити продуктивність і типовість маточних коренеплодів на 30% і, тим самим, забезпечити стабільність лінійного матеріалу. Аналогічно діють також регулятори росту ЕМ-технології, на основі якої для збільшення потенціалу і вирівняності ліній запропоновано спосіб обробки насіння перед посівом—замочування на 24 год. у розчині препарату Байкал ЕМ-1У (1 мл/л).

**Висновки.** За результатами досліджень наведено способи, які базуються на використанні явища гетерозису в селекції за окремими контролюючими генами, який удвічі скорочує селекцію. Нові способи апробовані при створенні нових генотипів ліній кк 207 і 24 та сортів Дій, Багряний і Вітал. Доведено, що закріплення ефекту гетерозису у потомстві можливо за модифікацією традиційних методів (бекросів, полі кросів, інцухту, конвергентної сибсосової та реципрокно-

конвергентної селекції, методів Педігрі, Мирюти та визначенні генетичних особливостей батьківських компонентів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Буренин В.И. Генетика свеклы / В.И. Беренин // Генетика культурных растений, зернобобовых, овощных, бахчевых. — В.: Агропромиздат, 1980 — С. 135 – 160.
2. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / [За ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка]. — Х.: Основа. — 2001. — 369.
3. Сучасні методи селекції овочевих і баштанних культур / [За ред. Т.К. Горової, К.І. Яковенко]. — Х., 2001. — 644 с.

Одержано 30.04.13

#### Аннотация

**Корниенко С.И., Горовая Т.К., Митенко И.Н., Стовбир О.П.**

#### **Использование эффекта гетерозиса в селекции свеклы столовой**

Предлагаются новые теоретические подходы ведения селекции свеклы столовой, в основе которых положены генетические особенности родительских компонентов и новые комбинации существующих традиционных методов. Разработаны ускоренные способы создания сортов Дейсортотипа Эклипс, Багряный, Витал. Представлен методический материал относительно создания линейного материала для гибридов F<sub>1</sub>.

По результатам исследований приведены способы, основанные на использовании явления гетерозиса в селекции по отдельным контролирующим генам, которые вдвое сокращают селекцию. Новые способы апробированы при создании новых генотипов линий кК 207 и 24 и сортов Дий, Багряный и Витал. Доказано, что закрепление эффекта гетерозиса в потомстве возможно при модификации традиционных методов (бекросов, поликроссов, инцукта, конвергентной сибсосоовой и реципрокно-конвергентной селекции, методов Педигри, Мирюта) и определении генетических особенностей родительских компонентов.

**Ключевые слова:** свекла столовая, гетерозис, селекция, метод, линия.

#### Annotation

**Kornienko S.I., Gorovaya T.K., Mitenko I.N., Stovbir O.P.**

#### **The use of the effect of a heterosis in breeding of a table beet**

Already offered new theoretical approaches for the selection of a table beet, based on genetic features of parental components and new combinations of existing conventional methods. Developed accelerated methods of creating varieties Eclipse, Bahrianyy, Vital. Presented teaching material concerning creation of a linear material for hybrids F<sub>1</sub>.

According to the results of research, methods are offered based on the using of phenomenon of heterosis in the selection of individual controlling genes which twice shorten the selection. New ways are tested in the creation of new genotypes of lines 207 and 24 kK and varieties Diy, Crimson and Vital. It is proved that the binding of the effect of heterosis in the progeny is possible with modification of traditional methods (backcross, polycross, inbreeding, converged sibsoosovoi and reciprocally-convergent selection, methods of Pedigree, Miryuta) and identifying of the genetic characteristics of parental components.

**Key words:** table beet, heterosis, selection, method, line.