

**В. В. Чернуський**, кандидат сільськогосподарських наук  
*Інститут сільського господарства Полісся НААН*

## **ЗАКОНОМІРНОСТІ ВЕКТОРНО-ГРАДІЄНТНОГО ДОБОРУ ПРИ СТВОРЕННІ СОРТІВ ПЕЛЮШКИ РІЗНИХ НАПРЯМІВ ГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ**

*Встановлено параметричні границі компонентних та комплексних ознак загального селекційного пулу зразків пелюшки в різних селекційних розсадниках. На даній статистико-параметричній базі виявлено основні закономірності взаємозв'язків цих ознак у векторно-градієнтній системі. Запропонована абстрактна біфуркаційна модель розподілу параметрів даних ознак у системі «сідло-біфуркація» з метою виявлення оптимальності взаємозв'язків компонентних ознак при формуванні комплексної з використанням лінії «міні-макса». На базі проведених досліджень розроблена оптимальна селекційна програма та створено сорти пелюшки зернофуражного та укісного напрямів використання.*

**Ключові слова:** *пелюшка, напрям використання сорту, компонентні і комплексна ознаки, закономірності взаємозв'язків ознак.*

Добір являється в селекції основним лімітуючим темпоральним фактором при створенні сортів, тому визначення принципів, методів, а також напрямів добору є принциповим, так як значно зменшує часове навантаження на селекційну програму. Неправильний вибір стратегії і тактики добору може призвести до значних ресурсних перевитрат.

Провідними селекціонерами по культурі гороху на сучасному етапі запропоновані схеми селекції, які враховують складний комплекс взаємовідносин ознак при доборі.

Зокрема, [1] вважає, що продуктивність рослини, будучи комплексною і найбільш схильною до модифікаційної дії зовнішнього середовища ознакою, не завжди може бути досить ефективно використана як основний критерій відбору. Ефективнішим є відбір за ознаками, модифікаційна мінливість яких значно нижча, ніж комплексної і які пов'язані з останньою фено- і/або генотиповими кореляціями. Польовий відбір початкових рослин доцільно проводити за візуально оцінюваною ознакою кількістю бобів на рослині. Подальше бракування матеріалу проводити залежно від умов зволоження під час вегетації, відбираючи елітні рослини в посушливі роки за величиною насіння, в сприятливі – за числом насіння в бобі.

Однією з важливих дилем є сумісність ознак високої інтенсивності сорту (вусатість) та адаптованості до несприятливих умов середовища. Відмічено [2], що у нормальні за кількістю опадів роки урожай вусатих і звичайного типу сортів практично не різниться. Але у досить посушливі роки вусаті генотипи суттєвіше знижують висоту головного стебла і за рахунок цього стають менш продуктивними.

В якості одного із шляхів вирішення даної проблеми [3], запропоновано збільшення тривалості періоду «сходи-початок цвітіння», як механізму підвищення адаптивності гороху до умов нестійкого зволоження. Разом з тим в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва відновлено селекцію листочкових сортів гороху. Зокрема конкурсне сортовипробування проходить ряд перспективних зерноукісних ліній з урожаєм зеленої маси до 60,0 т/га і високим урожаєм насіння, що є однією з основних вимог до нового селекційного матеріалу.

У наших селекційних програмах ми також використовуємо листочкові форми пелюшки, в якості носіїв оптимального поєднання ознак інтенсивності та адаптованості. Поєднання даного комплексу можливе завдяки тому, що у гороху надзвичайно розвинена система компенсаторіки компонентних ознак при формуванні комплексної в залежності від умов середовища, що склалися.

Встановлено [4] можливість певної зміни основних генетичних параметрів і навіть «перевизначення генетичної формули» за такими ознаками як кількість міжвузль стебла, кількість плодоносних вузлів стебла, кількість бобів на одну рослину і вага насіння з однієї рослини в залежності від умов року. Разом з тим прояв основних генетичних компонентів при успадкуванні показників висота рослин, кількість насінин на одну рослину і маса 1000 насінин у представленого набору сортів гороху значно менше залежить від екологічних умов, що дає змогу давати сортам стабільні генетичні характеристики.

Таким чином, добір за ознаками в практичній селекції відбувається в складній динамічній системі: адитивній, домінант-рецесивній, (тобто алельно-неалельній), епістатичної взаємодії генів, системі гомозиготно-гетерозиготного контролю генів, нестабільному комплексі темпорально-екологічного за поколіннями маскування ефектів, тощо.

У зв'язку з незначними ефектами для кількісних ознак трьома останніми формами генотипової мінливості, як правило, нехтують, але для генеративної сфери домінант-рецесивні ознаки, наприклад форма насінини, нерозтріскуваність бобу, його форма, зближеність насінин, тощо мають велике значення, тому характер алельного контролю ознак при доборі також треба враховувати.

Виходячи з вищенаведеного залишається невирішеним питання пошуку оптимуму поєднання компонентних ознак, що контролюються але-

льною та неалельною системами генів при формуванні комплексних - кормової та зернової продуктивності, які в значній мірі залежать як від генотипових, так і паратипових впливів.

Тому метою досліджень було виявлення основних закономірностей взаємозв'язків цих ознак для розробки оптимальної стратегії селекційної програми по створенню сортів пелюшки зернофуражного та укісного напрямів використання.

Одне із завдань при виконанні досліджень полягало у вивченні питання можливості використання векторної графіки, як способу візуалізації процесу створення сортів різних напрямів господарського використання.

Подальший аналіз полягає у встановленні можливості використання параметричної бази декількох поколінь шляхом поступових ітерацій темпоральних полів з метою аналізу ступеню диференціації сімей за компонентними та комплексними ознаками, які контролюються, згідно класичних уявлень, тією чи іншою системою генного контролю. Суть методу ітерацій полягає в поступовому використанні більш точних методів на фоні більш масштабованих об'єктів, зокрема з переходом від загального параметричного пулу ознак до окремих, а також від векторної системи аналізу у 2Д конфігураціях до багатомірної у 3Д конфігураціях.

**Методика і матеріали досліджень.** Принцип розподілу загальної генотипової мінливості в класичній генетиці і селекції відпрацьований доволі детально, в тому числі без зміни поколінь або не в системі диалельних схрещувань (метод фонових індексів, метод Шрікганді, тощо). Г. В. Гуляєв [5], запропонував методику вимірювання ефектів взаємодії генів в алельно-неалельній системі. Суть методу полягає в порівнянні величини проявів ознак в поколіннях популяції, що розщеплюється, різних ступенів гомозиготності, за формулами:

$$F_1 = P_x + \text{«АЛЕЛ»} + \text{«НЕАЛЕЛ»};$$

$$\text{«АЛЕЛ»} = 2(F_1 - F_2);$$

$$\text{«НЕАЛЕЛ»} = 2 F_2 - F_1 - P_x.$$

Наша модифікація даного методу полягає в графічному аналізі дивергенції загального параметричного пулу ознак, починаючи з вихідної популяції і закінчуючи дивергентними популяціями сортів зернофуражного та укісного напрямів використання.

Вивчення параметричних полів компонентних і комплексних ознак пелюшки проводилось на зразках різних ступенів селекційної проробки при виконанні селекційної програми по створенню сортів різних напрямів господарського використання на дослідному полі Інституту сільського господарства Полісся НААН в 2003—2012 роках. Методика проведення досліджень та методи оцінки зразків загальноприйняті. Для аналізу результатів досліджень використані комп'ютерні програми «Статистика 6.0» та «Алгебра. Деріве 5.0».

**Результати досліджень.** Згідно класичних уявлень характер розподілу кількісних полімерних ознак являє собою дзвоноподібну криву нормального розподілу, добір на якій ведеться в правій половині на відстані 2-3 сігми від центру. Головна складність полягає в тому, що ідентифікація генотипу ведеться по фенотипу на фоні «білого шуму» паратипової складової та відсутності чіткої диференціації між класами. Разом з тим, деякі класики генетики відмічають для певних ознак експоненціальний (дискретний) характер розподілу (Гінзбург Є. Х., Рокицький П. Ф.). Тому принципи добору за даними ознаками інші і можливі за системою добору олігогенних, а не полігенних генів. Ми використали явище спільної взаємодії некумулятивної полімерії, епістазу, домінування по контролю форми насінини, її маси та інших супутніх ознак, закономірності якої були встановлені нами в попередніх дослідженнях [6, 7].

Спільна векторна взаємодія комплексу даних ознак вивчалась у системі побудованій на принципах послідовних ітерацій від середніх до деталізованих значень. Зокрема, перше наближення аналізу сімей через середні значення компонентних ознак в системі аналізу векторної симетрії комплексної проводиться в розрізі всього селекційного розсаднику за ознаками: «маса насіння в одному бобі», «кількість насінин в бобі», «маса однієї насінини», «маса 1000 насінин», тощо (рис. 1.).

Друге наближення, більш детальний аналіз характеру формування комплексної ознаки безпосередньо через структуру компонентних ознак розміщених на вісях XYZ, які являють собою ріманові поверхні.

Запропоновано принцип пошуку максимальних параметрів ознаки насіннева продуктивність через систему оптимізації взаємопоеднання компонентних ознак «маса однієї насінини» (ВОН), «маса насіння в одному бобі» (ВНБ), «кількість насінин в бобі» (КНБ). Пошук оптимальних варіантів відображається в системі 3-вимірної графіки через варіаційний аналіз взаєморедукційних впливів компонентних ознак при формуванні комплексної (рис. 2, 3). Основна ідея аналізу полягає в тому, що зрушення компонентної ознаки в межах ліміту її мінливості, який спостерігався нами на прикладі зразків колекційного розсаднику, викликає відповідні зміни в лімітах прояву іншої компонентної ознаки, яка кореляційно пов'язана з першою. Формування оптимального ареалу комплексної ознаки вибудовується на полях взаємоузгодженого синергетичного об'єднання компонентних ознак.

Характер градієнтного міжкласового розподілу комплексної ознаки ВНБ в системі компонентних ознак КНБ і ВОН у зразків зернофуражного та укісного напрямів використання Грапіс та Вектор представляє у параметричному вигляді градієнтну систему розміщення урожаю насіння у бобі на абстрактній тривимірній поверхні морфотипу. Таким чином з аналізу

рисуноків видно, що існує принципова різниця у параметричній взаємодії комплексної і компонентних ознак. Зокрема, градієнт ВНБ у зернофуражного зразку характеризується рівномірним безступеневим однонаправленим збільшенням. Навпаки градієнт ВНБ у зразку укісного напрямку використання характеризується дискретністю та на певних відрізках різнонаправленістю відносно компонентних ознак, а максимальні параметри ознаки (0,7—0,8 г) значно менші, ніж у зразку зернофуражного напрямку використання (1,2—1,4 г). Дане явище пояснюється тим, що у зразку зернофуражного напрямку використання не відбувається зменшення кількості насінин у бобі (КНБ) в залежності від порядкового номеру (рівня розміщення бобу на рослині), а у зразку укісного напрямку використання спостерігається пропорційне зменшення кількості насінин у бобі відносно порядкового номера бобу.

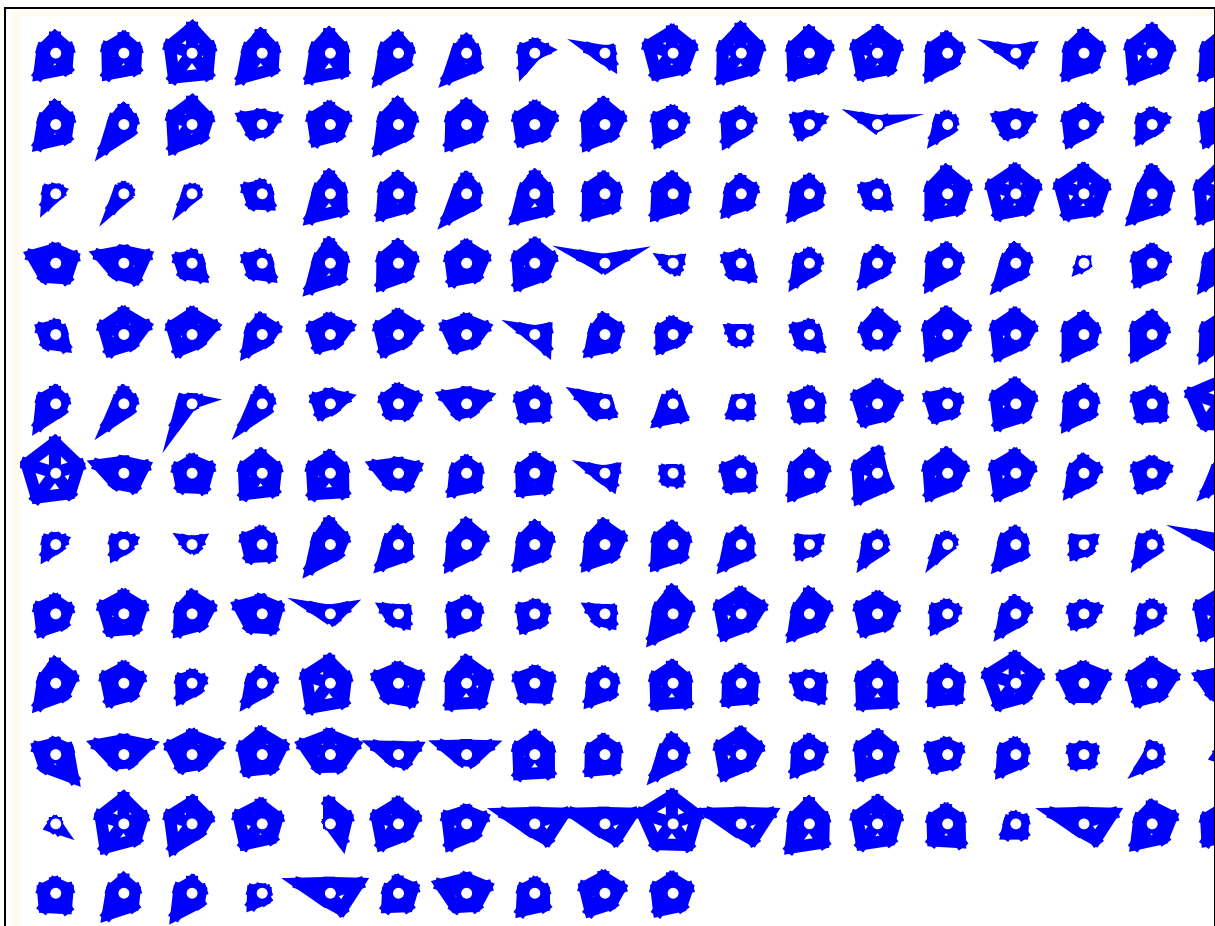
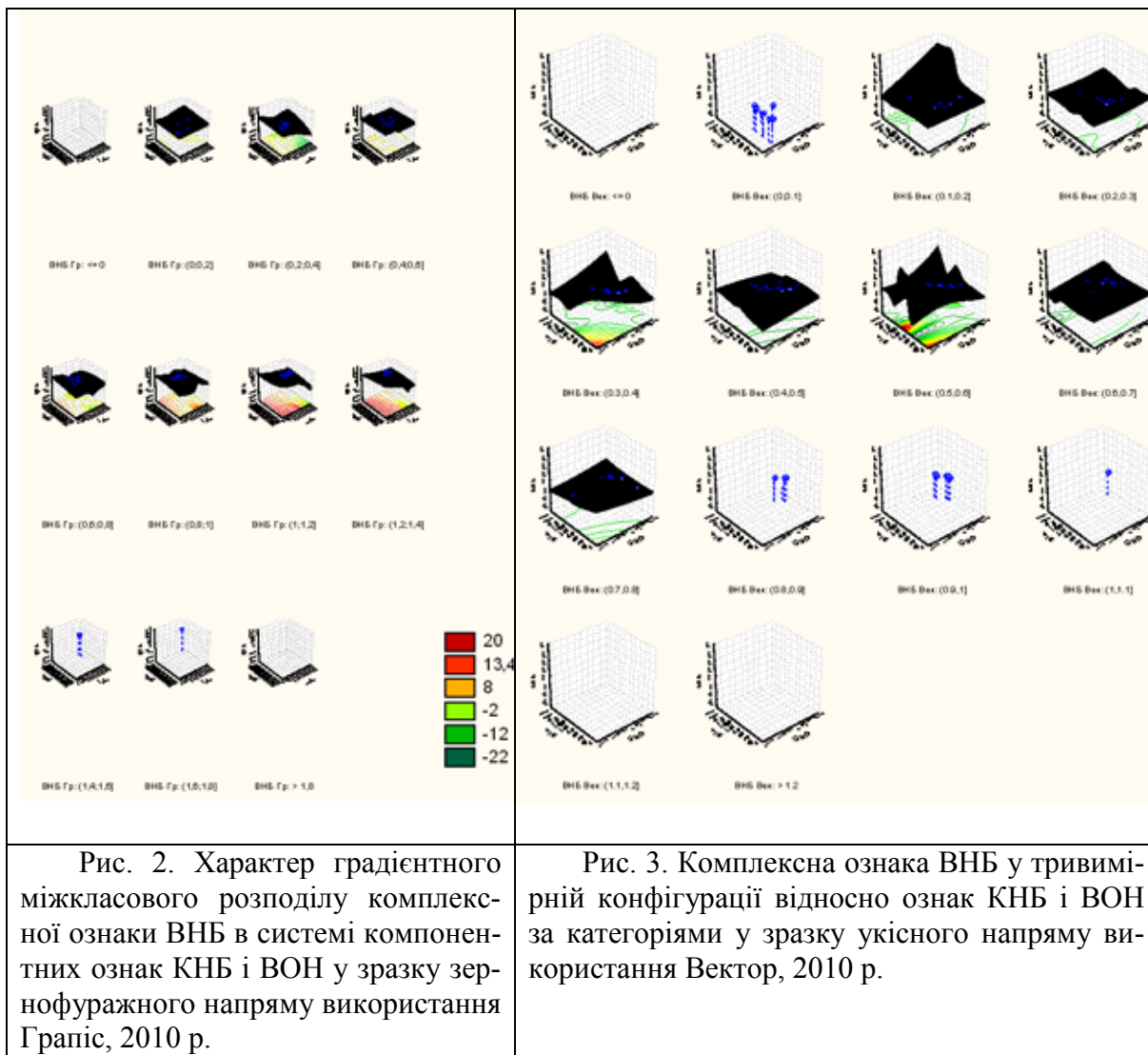


Рис. 1. Автоматизована система візуалізації характеристик сімей селекційного розсадника за компонентними ознаками стосовно оптимізації комплексної «насіннева продуктивність», 2011 р.



За результатами проведених досліджень було створено сорт зернофуражного напрямку використання, який у 2008 році було занесено до Реєстру сортів рослин України. З 2010 року у державному сортовипробуванні знаходиться новостворений сорт укісного напрямку використання Вектор. Характеристика сортів надана в таблиці 1.

За результатами аналізу оригінальних статистичних поверхонь встановлені закономірності взаємодії компонентних ознак при формуванні комплексної з виведенням основних канонічних рівнянь, які відображають коефіцієнти редукційних взаємовпливів. На базі отриманих канонічних рівнянь в системі комплексних чисел на ріманових поверхнях побудовані біфуркаційні графіки, які в режимі «он-лайн» по лініям «міні-макса» надають можливість відстежувати крапки екстремумів, перегинання «сідло - біфуркація», тощо (рис. 4, 5).

**Параметри сортів укісного та зернофуражного напрямів використання, 2012 р.**

Ознаки	Зразок укісного напрямку використання	Зразок зернофуражного напрямку використання
Вага насіння з рослини, г	2,2—2,8	5,9—7,8
Кількість насінин з рослини, шт.	24—25	45—49
Кількість бобів з рослини, шт.	7—8	6—7
Кількість насінин у бобі, шт.	4—5	6—7
Маса 1000 насінин, г	90—110	130—160
Вміст сирого протеїну, %	17,73	19,55
Вміст білка, %	14,0	15,8

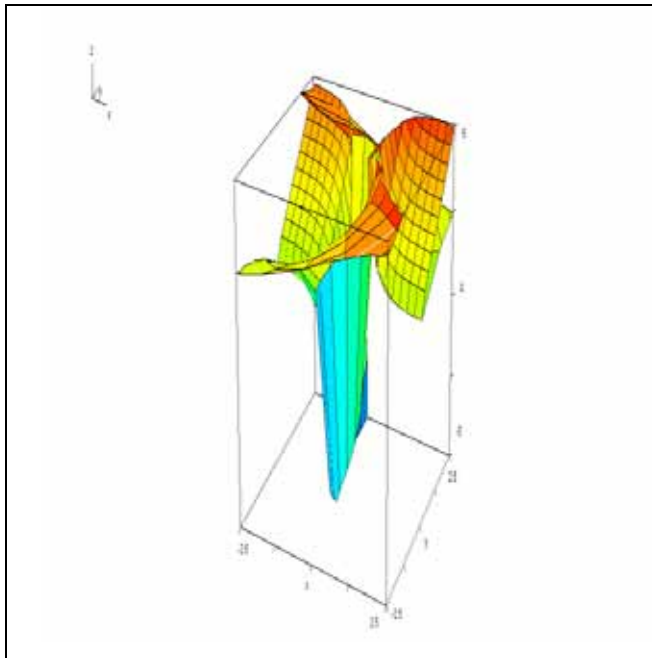


Рис. 4. Диверсифікація сортів відповідно до напрямів господарського використання з вихідної популяції за параметрами компонентних ознак (біфуркаційна модель типу «вузол-сідло») на побудованій за канонічними рівняннями абстрактній поверхні.

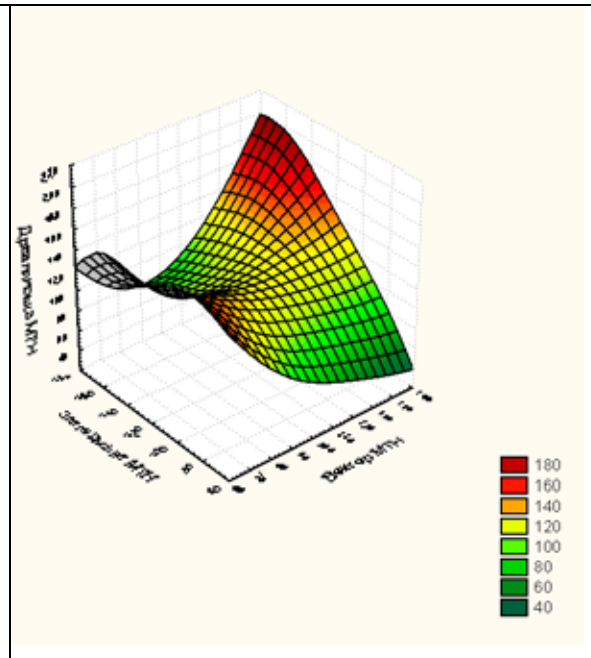


Рис. 5. Характер параметричних проявів ознаки «маса 1000 насінин» на базі реальної статистичної поверхні при різновекторному доборі у зразків різних напрямів господарського використання на прикладі графа 2008 р. (графи 2003—2010 рр. практично ідентичні).

**Висновки.** На основі аналізу взаємозв'язків компонентних ознак при формуванні комплексної в розрізі селекційних розсадників, як по окремих роках так і за темпоральним принципом на двовимірних векторних матрицях, а також на тривимірних статистичних полях відмічено нелінійний характер даних взаємозв'язків.

Згідно класичних уявлень більшість кількісних ознак у зв'язку зі своїм адитивним типом генного контролю характеризується прямолінійною залежністю прояву підконтрольної ознаки відносно кількості домінантних полімерних генів. Разом з тим наведена практика селекції, а також наші власні дослідження свідчать не про лінійний, а про нелінійний експоненціальний асимптотичний характер росту деяких кількісних ознак. Дане явище пов'язане в значній мірі зі взаємодією алельної та неалельної систем генного контролю.

Математичні абстрактні моделі побудовані в системах канонічних рівнянь, отриманих на реальних статистичних поверхнях, також свідчать про нелінійний характер комплексу «компонентні-комплексні ознаки», які підтверджуються специфічністю форми поверхонь у вигляді «сідло-біфуркація», «крапки екстремумів», тощо.

Таким чином добір в даних складних системах повинен відбуватися згідно класичних генетико-селекційних канонів в адитивній системі координат, але дані уявлення в найбільшій мірі підходять для ознак вегетативної сфери. Добір за компонентними ознаками генеративної сфери необхідно проводити з врахуванням принципу нелінійності за рахунок взаємодії алельно-неалельної системи генного контролю.

#### **Бібліографічний список**

1. Хухлаев И. И. Селекция гороха на юге Украины / И. И. Хухлаев // Збірник наукових праць СГІ – НЦНС. – Вип. 15 (55). Одеса. – 2010. – С. 136—141.
2. Соколов В. М. Стан науково-дослідних робіт з селекції зернобобових культур в Україні / В. М. Соколов, В. І. Січкарь // Збірник наукових праць СГІ – НЦНС. – Вип. 15 (55). Одеса. – 2010. – С. 6—13.
3. Безуглий І. М. Напрями селекції гороху в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва / І. М. Безуглий // Збірник наукових праць СГІ – НЦНС. – Вип. 15 (55). Одеса. – 2010. – С. 124—128.
4. Бугайов В. Д. Оцінка генетичних компонентів при успадкуванні кількісних ознак сортів гороху різних морфотипів / В. Д. Бугайов, М. І. Кондратенко // Корми і кормовиробництво. 2008. – Вип. 62. – С. 15—24.
5. Гуляев Г. В. Опыт измерения эффектов взаимодействия генов, определяющих проявление гетерозиса у пшеницы / Г. В. Гуляев, В. Г. Кызласов // Селекция и семеноводство, № 5. – 1988. – С. 18—25.
6. Чернуський В. В. Особливості індивідуального добору з місцевих популяцій пелюшки / Чернуський В. В. // Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН» – К.: ВД "ЕКМО", 2009. – Вип. 1—2. – С. 214—219.
7. Чернуський В. В. Моделі сортів пелюшки різних напрямів використання / Чернуський В. В. // Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН» – К.: ВД "ЕКМО", 2008. – Вип. 3—4. – С. 107—113.



**Чернуцкий В. В.** Закономерности векторно-градиентного отбора при создании сортов пелюшки разных направлений хозяйственного использования // Корми і кормовиробництво. – 2012. – Вип. 73. – С. 56—63.

Установлены параметрические границы компонентных и комплексных признаков общего селекционного пула образцов пелюшки в разных селекционных рассадниках. На данной статистико-параметрической базе выявлены основные закономерности взаимосвязей этих признаков в векторно-градиентной системе. Предложена абстрактная бифуркационная модель распределения параметров данных признаков в системе «седло-бифуркация» с целью установления оптимальных взаимосвязей компонентных признаков при формировании комплексной с использованием линии «мини-макса». На базе проведенных исследований разработана оптимальная селекционная программа и созданы сорта пелюшки зернофуражного и укосного направлений использования.

**Chernussky V. V.** Regularities of vector-gradient selection for breeding varieties of *Pisum arvensis* of different economic use // Feeds and Feed Production. – 2012. – Issue 73. – P. 56—63.

Parametric limits of component and complex traits of general breeding pool of samples of pelyushki in different breeding nurseries are set. On this statistical-parametric basis, the main regularities in the relationships of these traits in vector-gradient system are revealed. An abstract bifurcation model of the distribution of parameter of these traits in the "saddle-bifurcation" is proposed in order to establish optimum characteristics of component traits in the formation of a complex one with the line "Mini-Max". On the basis of studies, optimal breeding program is designed and pelyushki varieties of forage and mowing type are created.