



Генетика, селекція, біотехнологія

УДК 633.14:631.53/532
© 2018

ПРИНЦИПИ І МЕТОДОЛОГІЯ ДОБОРУ В СИСТЕМІ СЕЛЕКЦІЇ ТРАДИЦІЙНИХ КУЛЬТУР ПОЛІССЯ

В.В. Чернуський

*кандидат сільськогосподарських наук
Інститут сільського господарства Полісся НААН
шоше Київське, 131, м. Житомир, 10007, Україна
e-mail: vadimchernuskiy@meta.ua*

Надійшла 8.09.2017

Мета. Виявити тотожні аналітичні форми параметричної поведінки компонентних ознак у системі онтогенетичного розвитку та в системі поколінь, що розщеплюються, для побудови прогностичних трендів добору й ідентифікації ознак, перспективних для добору за результатами одного онтогенетично-вегетаційного періоду. **Методи.** Аналіз геометричних властивостей еволюційних дистанцій селекційної системи компонентних ознак як математичної множини. **Результати.** У різних культур у селекційних розсадниках виявлено тотожні аналітичні форми параметричної поведінки компонентних ознак у системі онтогенетичного розвитку та в системі поколінь, що розщеплюються. У процесі диференціації цих систем виявлено 2 системи взаємодій переважно лінійного і нелінійного характеру. **Висновки.** На першому етапі селекції найефективнішим є добір у лінійній системі за принципом оптимізації векторно-градієнтної сумачії ортогональних проєкцій параметрів компонентних ознак. На другому етапі селекції в системі багатофакторної взаємоув'язаності ознак за адитивно-мультиплікативними принципами потрібно застосовувати нелінійні методи аналізу у фазово-параметричному просторі з метою виділення біфуркацій, басейнів тяжіння, солітонів тощо для формування синергетичних систем добору.

Ключові слова: добір, жито озиме, пелюшка,
компонентні ознаки, лінійний, нелінійний аналізи.

Добір є найвідповідальнішим щодо підвищення ефективності та енерго-, праце- і фінансово витратним елементом селекційного процесу. Неоптимальне налаштування алгоритму та помилкове визначення парадигми і моделі добору може призвести до нульового конкурсного результату навіть за високих параметричних значень вихідних форм.

Нині під час селекційного добору застосовують систему лінійного аналізу, геноцентричну систему встановлення успадкованості ознак і темпорально тривалий принцип аналізу марківських процесів мікроеволюції на часових рядах. Ця система надзвичайно витратна і малоефективна [1–3]. Крім того, автори зазначають, що

однобічний структуралістський підхід, що орієнтує на маніпуляцію окремими генами, які кодують «ознаки з певними функціями», і розглядає онтогенез як їх «реєстр», дає змогу розв'язати лише невелику, причому далеко не найголовнішу частину сучасних селекційних завдань [4].

Натомість у середовищі провідних селекціонерів і генетиків формується концепція застосування також епігенетичних принципів у селекції сільськогосподарських культур як невід'ємного управлінського елемента за пограничних станів генотипів. Зокрема, на думку С.І. Малецького та академіків М.В. Роїка і В.О. Драгавцева [5–7], розгляд способів утворення насіння у різних видів і родів рослин свідчить, що їхні репродуктивні ознаки здебільшого важко зарахувати до менделєєвських, а їх успадкування, як правило, має епігенетичну природу. Отже, з третім, епігенетичним типом мінливості у рослин пов'язані системи відтворення насіння і морфогенетичні процеси, особливо виникнення різних типів симетрії і фрактальних структур (як відомо, вони реалізуються за допомогою самоорганізації та не контролюються безпосередньо генами).

Проте найістотнішу проблему в технологічному процесі добору становить темпоральний фактор. У рамках розв'язання цієї аналітично складної дилеми П.П. Літуном зі співавторами [8] запропоновано систему селекції на макроознаки. Вона включає зокрема систему аналізу їх онтогенетичного розвитку на часових рядах предикторів на множині нелінійного фазово-параметричного простору.

Методологічну основу концепції становить інноваційна парадигма В.О. Драгавцева зі співавторами [9] про симілярність проявів онтогенетичних мереж організму і філогенетичних процесів успадкування генних мереж популяцій. Тобто онтогенетична діяльність генних мереж організму розглядається як моментальний знімок, адекватний філогенетичній діяльності генних мереж популяцій, що розщеплюються. На цій платформі запропоновано нові підходи до експресної оцінки генотипової і генетичної (адитивної) дисперсії властивостей продуктивності рослин.

Нами розроблено концепцію повногеномної системної селекції, яка включає в себе

аналітичні платформи теорій детермінованого хаосу, ідентифікації геному як функціональної «чорної скриньки» під управлінням зовнішніх факторів та адекватне гомоморфне відображення фенотипу як системи ознак на множині нелінійного фазово-параметричного простору [10].

Мета досліджень — виявити тотожні аналітичні форми параметричної поведінки компонентних ознак у системі онтогенетичного розвитку та в системі поколінь, що розщеплюються, для побудови прогностичних трендів добору й ідентифікації ознак, перспективних для добору за результатами одного онтогенетично-вегетаційного періоду.

Методика досліджень. За методологічну основу взято принципи аналізу геометричних властивостей еволюційних дистанцій [11] для визначення селекційної системи як математичної множини, що забезпечує можливість розміщення елементів множини X у деякий геометричний простір і наділення точок цієї безлічі координатами в цьому просторі. Це, в свою чергу, дає змогу застосовувати весь арсенал методів багатовимірної аналізу для дослідження співвідношення внутрішньо- і міжвидової мінливості, візуалізації можливих напрямів еволюції, об'єднання даних різних типів (наприклад, молекулярних і морфологічних) і оцінки їх конгруентності.

Відповідно до основи моделювання біологічних та ергатичних систем [12] обґрунтовано загальну проблему класифікації множини можливих станів біологічних чи ергатичних систем (БЕС). Оптимальною мовою для такого опису є мова теорії множин і топології: дійсно, кожний стан є класом характеристик, що характеризує деяку множину зовнішніх впливів (наприклад, множину зміни керуючих параметрів).

Сформовано еталонні поверхні адитивних і адитивно-мультиплікативних систем у вигляді математичної абстрактної моделі адитивної сумації факторів у найбільш загальному вигляді $z=x+y$, для якої характерна однозначність, лінійність та одноріантність рішень (рис. 1), і повної моделі сумації адитивної дії і мультиплікативної взаємодії факторів $z=x+y+x^2+y^2+x \cdot y$, для якої характерна неоднозначність

рішень, мультиколінеарність (рис. 2).

Результати досліджень. За результатами аналізу параметричних взаємозв'язків компонентних ознак продуктивності рослини у різних культур (пелюшки, жита, люпину вузьколистого, картоплі), у розсадниках різного ступеня селекційної проробки на різних етапах онтогенетичного розвитку рослин сформовано статистикотеку поверхонь у вигляді 3Д-конфігурацій, які відображають ці зв'язки у різних поєднаннях. Візуальна диференціація й ідентифікація аналітичних поверхонь щодо еталонів свідчить про наявність як мінімум двох класів цих систем, а саме, лінійних (адитивних у математичному сенсі) і нелінійних (адитивно-мультиплікативних квадратичних також у математичному сенсі).

Зокрема, виявлено лінійний характер залежностей між компонентними ознаками на прикладі зразків жита озимого за ознаками кількість зерен у колосі (КЗК), маса 1000 насінин (МТН), маса зерен з колоса (МЗК). На перших етапах селекції лінійний характер трансресивної адитивно-кластерної взаємодії становить значний інтерес і є сприятливим об'єктом для добору. Наприклад, у даній системі добору елітного колосся (за принципом ортогонально-оптимальної векторної взаємопов'язаності компонентних ознак) за період 2011–2016 рр. ми досягли зростання

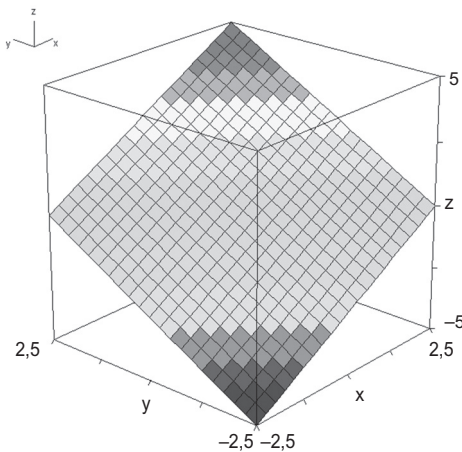


Рис. 1. Математична абстрактна модель адитивної сумачії факторів у найбільш загальному вигляді $z=x+y$. Характерна однозначність, лінійність та одноваріантність рішень

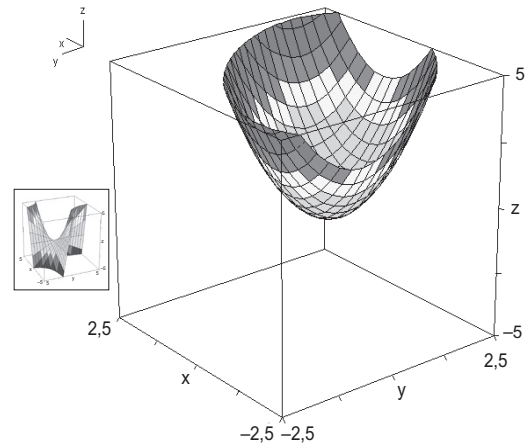
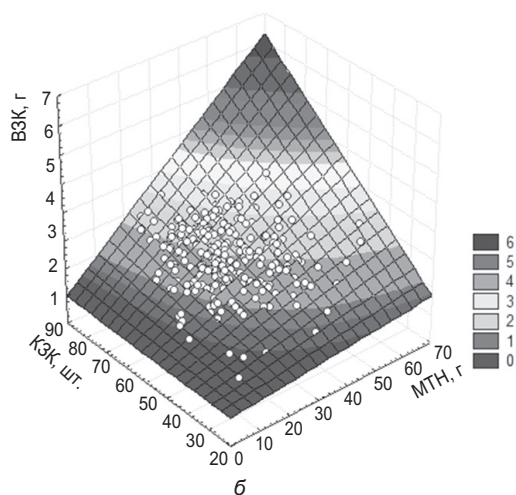
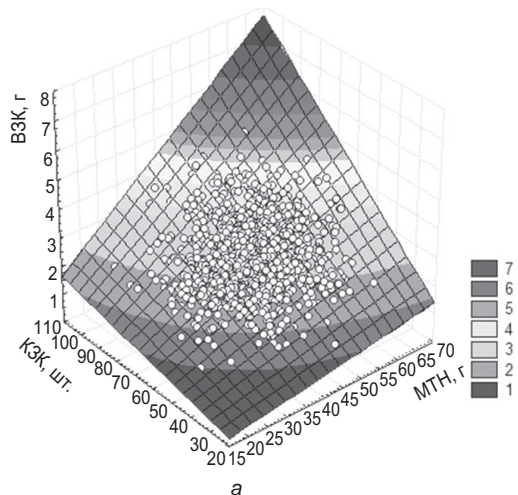


Рис. 2. Повна модель сумачії адитивної дії і мультиплікативної взаємодії факторів $z=x+y+x^2+y^2+xy$. Неоднозначність рішень, мультиколінеарність

середніх показників МЗК від 1,67 до 2,63 г, КЗК — від 55 до 63 шт., МТН — від 31 до 44 г. Максимальні показники: МЗК — від 3,2 до 5,1 г, при КЗК — 86 і 103 шт. і МТН — 63,7 і 64,1 г відповідно (рис. 3).

Застосовані нами насамперед алгоритми добору надзвичайно спрощені щодо організаційно-еволюційної складності біологічних систем розмноження рослин і практично вичерпали себе для подальшого використання в селекційних програмах. Виходячи з того, що згідно із сучасними інноваційними уявленнями популяція сорту є відкритою складною системою, що самоорганізовується у фазово-параметричному просторі, зокрема за принципом оберненого зв'язку, а також, що цим системам насамперед притаманна емерджентність, тобто поява нових властивостей, відсутніх у простіших елементах, як інноваційного і адекватного нами розпочато застосування методу нелінійного аналізу. Він є перспективним для подальших досліджень з метою підвищення ефективності селекційних програм. Теоретична платформа методу — експонента Ляпунова, рівняння Лоренца, Лотки–Вольтерри та ін., оскільки для них характерні біфуркації і певні дискретні синергетичні стани у вигляді дивних атракторів.

Зокрема, нами проаналізовано фазово-параметричний портрет системи мікро-еволюції ліній пелюшки за ознакою МТН,



Ознака	Середнє значення ознаки	min	max	std,dev	Похибка	Асиметрія
ДК	13,54	8,00	19,0	1,64	0,046	0,30
КЗК	62,91	26,00	103,0	10,97	0,310	0,25
ВЗК	2,74	1,00	5,1	0,60	0,017	0,26
ВК	0,60	0,23	1,9	0,17	0,005	1,18
ЩК	4,69	2,08	7,6	0,85	0,024	0,02
ІА	0,82	0,42	0,9	0,05	0,001	-1,63
МТН	43,70	21,21	64,1	7,13	0,202	-0,30

Ознака	Середнє значення ознаки	min	max	std,dev	Похибка	Асиметрія
ДК	12,1	7,5	17,0	1,6	0,10	0,01
КЗК	55,0	19,0	86,0	12,7	0,81	-0,26
ВЗК	1,7	0,2	3,3	0,5	0,03	-0,00
МТН	30,9	10,0	63,7	8,9	0,56	0,47
ЩК	4,6	1,4	7,3	1,1	0,07	-0,26

Рис. 3. Структура насінневої продуктивності зразків жита озимого: а — у конкурсному сортивипробуванні на міжпопуляційному рівні, 2012 р.; б — у розсаднику елітних доборів, 2015 р.

зокрема під впливом екоградієнтних факторів, виявлено сепаратриси для диференціації зразків відповідно до напрямів господарського використання (рис. 4). А в системі кросингових блукань на складних

криволінійних поверхнях гіперкомплексної багатофакторної канонічної (λ-коефіцієнти отримані за рішення реальних гіперкомплексних матриць) моделі системи

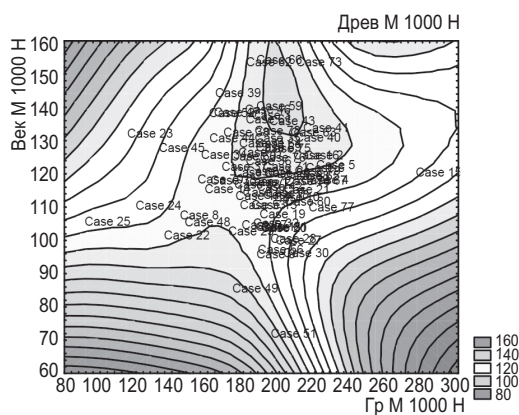


Рис. 4. Фазово-параметричний портрет системи мікроеволюції ліній пелюшки за ознакою МТН, зокрема під впливом екоградієнтних факторів, 2013 – 2015 рр.

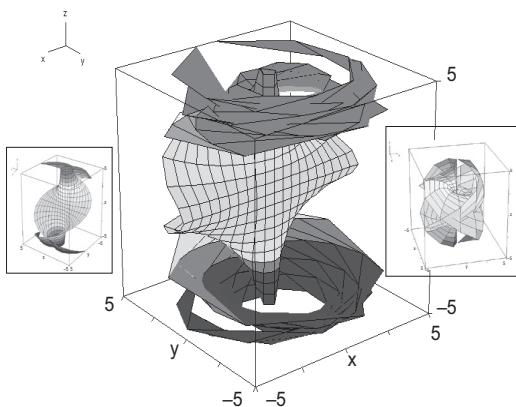


Рис. 5. Гіперкомплексні багатофакторні канонічні моделі системи взаємозв'язків компонентних ознак селекційних зразків жита озимого на екоградієнтних фонах зовнішнього середовища, 2013 – 2017 рр.

взаємозв'язків компонентних ознак селекційних зразків жита озимого на екоградієнтних фонах зовнішнього середовища знайдені синергетично-оптимізовані параметри їх

поєднання для добору (рис. 5). Ці футуристичні складні прогностичні платформи становлять значний інтерес і є перспективними для подальших досліджень.

Висновки

За результатами структурного аналізу систем взаємозв'язків компонентних ознак при формуванні комплексної у жита озимого, пелюшки та картоплі в селекційних розсадниках різного ієрархічного рівня і різних років виявлено тотожні аналітичні форми параметричної поведінки компонентних ознак у системі онтогенетичного розвитку та системі поколінь, що розщеплюються. У процесі диференціації даних систем виявлено 2 системи взаємодії переважно лінійного і нелінійного характеру. На першому

етапі селекції найефективішим є добір у лінійній системі за принципом оптимізації векторно-градієнтної сумачії ортогональних проєкцій параметрів компонентних ознак. На другому етапі селекції в системі багатofакторної взаємоу'язаності ознак за адитивно-мультиплікативними принципами потрібно застосовувати нелінійні методи аналізу у фазово-параметричному просторі з метою виділення біфуркацій, басейнів тяжіння, солітонів тощо для формування синергетичних систем добору.

Чернусский В.В.

Институт сільського господарства Полісся НААН,
шоссе Київське, 131, г. Житомир, 10007,
Україна; e-mail: vadimchernuskiy@meta.ua

Принципи і методологія отбору в системі селекції традиційних культур Полісся

Цель. Обнаружить тождественные аналитические формы параметрического поведения компонентных признаков в системе онтогенетического развития и в системе расщепляющихся поколений для построения прогностических трендов отбора и идентификации признаков перспективных для отбора по результатам одного онтогенетически-вегетационного периода.

Методи. Анализ геометрических свойств эволюционных дистанций селекционной системы компонентных признаков как математического множественного числа. **Результаты.** У различных культур в селекционных рассадниках обнаружены тождественные аналитические формы параметрического поведения компонентных признаков в системе онтогенетического развития и в системе поколений, которые расщепляются. В процессе дифференциации этих систем обнаружены две системы взаимодействий преимущественно линейного и нелинейного характера. **Выводы.** На первом этапе селекции наиболее эффективным является отбор в линейной системе по принципу оптимизации векторно-градиентной суммации ортогональных проекций параметров компонентных признаков. На втором этапе селекции в системе многофакторной взаимообусловленности признаков в соответствии с адитивно-мультипликативными принципами необходимо применение нелинейных методов

анализа в фазово-параметрическом пространстве с целью выделения бифуркаций, бассейнов притяжения, солитонов и тому подобное для формирования синергических систем отбора.

Ключевые слова: отбор, рожь озимая, пелюшка, компонентные признаки, линейный, нелинейный анализы.

Chernuskiy V.

Institute of agriculture of Polissia region of NAAS,
Kyivske shose, 131, Zhytomyr, 10007, Ukraine;
e-mail: vadimchernuskiy@meta.ua

Principles and methodology of takeoff in the system of selection of traditional crops of Polissia region

The purpose. To find identical analytic forms of parametric behavior of component attributes in the system of ontogenetic development and in the system of disjoining generations for construction of prognostic trends of takeoff and identification of attributes perspective for selection by results of one ontogenetic-vegetative period. **Methods.** Analysis of geometrical properties of evolutionary distances of selection system of component attributes as mathematical plural. **Results.** Identical analytic forms of parametric behavior of component attributes in the system of ontogenetic evolution and in the system of generations which disjoin are detected in different crops in selection seed beds. During differentiation of these systems two systems of interaction of mainly linear and non-linear character are detected. **Conclusions.** At the first stage of selection the most effective is takeoff in linear system by the principle of optimization of vectorly gradient summations of orthogonal projections of parameters

of component attributes. At the second stage of selection in the system of multifactorial interconditionality of attributes according to additive-multiplicative principles it is necessary to use non-linear methods of analysis in phase-parametrical space

with the purpose of selection of bifurcations, basins of attraction, solitons, etc. for forming synergistic systems of takeoff.

Key words: *takeoff, winter rye, field pea, component attributes, linear analysis, non-linear analysis.*

Бібліографія

1. Драгавцев В.А. Проблемы преодоления разрывов между генами и признаками в современной селекции/В.А. Драгавцев//Известия Московской с.-х. академии им. К.А. Тимирязева. — М., 2009. — Вып. 2. — С. 110–122.

2. Dragavtsev V.A. Integration of Biodiversity and Genom Technology for Crop Improvement/V.A. Dragavtsev//National Institute of Agrobiological Resources. — Japan, Tsucuba, 2000. — P. 93–95.

3. Dragavtsev V.A. Algorithms of an ecology — genetical survey of genofond and methods of creating the varieties of crop plants for yield, resistance and quality/V.A. Dragavtsev. — VIR, St.-Petersburg, 2002. — 41 p.

4. Гродзинський Д. Еколого-генетичні пріоритети інтенсифікації рослинництва/Д. Гродзинський, В. Глазко//Вісн. НАН України. — 2005. — № 9. — С. 57–62.

5. Малецкий С.И. Третья изменчивость. Типы наследственности и воспроизводства семян у растений/С.И. Малецкий, Н.В. Роик, В.А. Драгавцев//Сельскохозяйственная биология. Проблемы, обзоры. — 2013. — № 5. — С. 3–29.

6. Малецкий С.И. Апозиготический способ репродукции семян в системе рода *Beta* (*Cheporodiaceae*) и гомологические ряды Н.И. Вавилова/С.И. Малецкий, Е.И. Малецкая, С.С. Юданова//Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2011. — Т. 15, № 1. — С. 66–79.

7. Малецкий С.И. Наследственность и синергетические процессы при опылении и оплодотворении у цветковых растений/С.И. Малецкий// Автохтонні та інтродуковані рослини. — 2010. — Вип. 6. — С. 90–106.

8. Теорія і практика селекції на макроознаки. Методологічні проблеми/П.П. Літун, В.В. Кириченко, В.П. Петренко та ін. — Х., 2004. — 130 с.

9. Новые подходы к экспрессной оценке генотипической и генетической (аддитивной) дисперсий свойств продуктивности растений/В.А. Драгавцев, Г.А. Макарова, А.А. Кочетов и др.//Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2012. — Т. 16, № 2. — С. 427–436.

10. Чернуський В.В. Методологічні підходи до створення системних автоматизованих комплексів збору та аналізу даних у процесі добору у зв'язку з селекцією сільськогосподарських культур/В.В. Чернуський//Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків. — К., 2014. — Вип. 22. — С. 54–61.

11. Ефимов В.М. Геометрические свойства эволюционных дистанций/В.М. Ефимов, М.А. Мельчакова, В.Ю. Ковалева//Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2013. — Т. 17, № 4/1. — С. 714–723.

12. Шиян А.А. Основы моделирования биологических та ергатических систем/А.А. Шиян: навч. посіб. — Вінниця: ВНТУ, 2008. — 131 с.