

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ОВОЧІВНИЦТВА І БАШТАННИЦТВА НААН

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
З ВИЗНАЧЕННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ
СЕЛЕКЦІЙНОЇ ЦІННОСТІ ЗРАЗКІВ ТОМАТА

Селекційне
2019

УДК: 635.64: 631.527

Рекомендовано до друку вченою радою Інституту овочівництва і баштанництва НААН (протокол № 12 від 23.12.2019 р.)

Методичні рекомендації з визначення і прогнозування селекційної цінності зразків томата / Крутько Р.В. – ІОБ НААН, 2019. 16 с.

Наведено методологічні підходи з використання оцінок і аналізу вихідного матеріалу томата за допомогою багатомірних методів математичної статистики та системного аналізу. Описано підходи до визначення генетичної організації складних кількісних ознак, встановлення генотипових особливостей зразків за однією та комплексом ознак, донорських властивостей батьківських форм, прогнозування рівня ознаки майбутніх гібридних комбінацій за рівнем ознак батьківських компонентів.

Рецензенти:

доктор с.-г. наук Кондратенко С.І.;

кандидат с.-г. наук Кирюхіна Н.О.

Призначені для фахівців-селекціонерів при проведенні дослідницьких робіт з культурою помідора, а також студентів, викладачів, аспірантів.

© Інститут овочівництва і баштанництва НААН, 2019

ВСТУП

Визначальною складовою успіху в створенні конкурентноздатних гібридів F_1 і сортів помідора є ефективність селекційного процесу, що вимагає вирішення ряду теоретичних і методичних питань, пов'язаних з розробкою системи оцінок селекційного матеріалу та його добору. При цьому важливими та актуальними є дослідження, направлені на уточнення та вдосконалення існуючих моделей гібридів і сортів, що дасть змогу підвищити ефективність селекційного процесу в цілому та сприятиме прискореному впровадженню нових адаптивних гібридів і сортів у виробництво.

До недавнього часу розвиток сільського господарства відбувався, головним чином, через зміни енергетичної бази, удосконалення машинних технологій і досягнень генетики й селекції, застосування добрив і засобів захисту рослин. Наразі важливим чинником стають інформаційні ресурси, їх виявлення і реалізація. Наявність і удосконалення цих ресурсів набуває пріоритетного значення при створенні й використанні високоефективних, конкурентноздатних сільськогосподарських технологій і техніки. Застосування інформаційних технологій дозволяє скоротити час на обробку одержаних даних і аналіз результатів, підвищить надійність правильного підбору батьківських форм для гібридизації при створенні нових сортів та забезпечить інформаційний супровід селекційного процесу для культури з урахуванням її специфіки в експериментах.

Внаслідок мінливості клімату, складу і нерівномірності структури ґрунту в межах навіть однієї ділянки результати конкурсного сорто випробування можуть не завжди носити об'єктивний характер. Слабо прогнозуєма, але значна за обсягом робота, що передує йому, значно знижує коефіцієнт корисної дії селекційного процесу. Тому пошук критеріїв, які дозволяють підвищити ефективність початкових етапів селекції, завжди є

актуальним. Практично цього можна досягти шляхом створення комп'ютерних баз даних і програмно-алгоритмічних засобів, що забезпечували б інформаційний супровід селекційного процесу та дозволяли б оперативно аналізувати і використовувати предметну, агрометеорологічну, технологічну, аналітичну та іншу інформацію.

Селекційна робота спрямована на створення штучних популяцій – сортів і гібридів, які являють собою цілісну біологічну систему з певними закономірностями росту і розвитку та взаємозв'язку ознак і властивостей. Селекція на складні кількісні ознаки, які відображають господарську цінність сортів і гібридів, передбачає добори генотипів, генетичні особливості яких забезпечують рівень, необхідний для прийняття позитивного рішення [1].

І. І. Шмальгаузен підкреслював: “Усі біологічні процеси як ті що протікають, особливо в біологічних системах, так і співвідносні до метаболізму з середовищем, інтегруються в єдину систему організмом і популяцією. Тому без знань і врахування джерел і механізмів цілісності макросистем достовірне пояснення біологічних явищ і процесів є неможливим, і, особливо, коли мова йде про реально існуючі, а не експериментально створені. У цьому і є особливе значення проблеми цілісності в біології і, особливо, коли виникає необхідність теоретичних досліджень” [2].

Теоретично обґрунтована технологія селекції з точки зору біології конкретної культури неможлива без знання біології її розвитку. Особливе значення це має в гетерозисній і адаптивній селекції – селекції на системні явища. Цілісність проявляється в фенотиповій кількісній визначеності ознак і властивостей, їх узгодженості та взаємозв'язку. Цілісність асоціюється з організацією процесів росту, розвитку, формоутворення організмів та їх макросистем.

Розвиток, формоутворення та морфогенез складних кількісних ознак у рослин являє собою динамічний багатоетапний і односпрямований процес, при якому попередні етапи є стартовими для наступних при їх взаємообумовленості. При цьому, стартові умови визначають закладання структурних особливостей наступного етапу. При досягненні ними функціональної зрілості проходить ускладнення морфологічних структур та функцій генотипового середовища і, відповідно, формування умов для наступного розвитку. Індивідуальний розвиток і формоутворення у рослинних систем значною мірою залежить від умов середовища [3].

Таким чином, реалізований «біологічний потенціал» рослинних матеріальних структур не є однозначним у формі жорсткої генетичної програми, а проявляється в певних межах форматів його реалізації – «нормі реакції». Отже для теоретичного обґрунтування технології селекції за провідними напрямками, кінцевим результатом яких є складні кількісні ознаки, необхідні сучасні знання з біології розвитку об'єктів селекції.

Рівень селекційної проробки томата як культури на сучасному етапі є достатнім для реалізації системного підходу та теоретичного обґрунтування і практичного застосування накопичених знань у технології [4]. Перехід від експериментального підходу і застосування теоретично орієнтованих методів до системного підходу і селекційно орієнтованого системного аналізу потребує інтеграції всіх накопичених знань окремими експериментальними біологічними дисциплінами з позицій теорії самоорганізації, що співпало з розробками теорії систем як науки [5, 6].

На необхідність узагальнення знань та прогнозування рівня прояву ознак у реальних селекційних ситуаціях у конкретних екологічних умовах при створенні сортів указував свого часу М. І. Вавилов [7]. У процесі практичної роботи

селекціонер вимушений інтегрувати всі відомі на конкретний момент знання про об'єкт селекції і трансформувати їх до моделі сорту як біологічної системи [8, 9]. Особливу значущість для селекції сортів і гібридів як біологічної системи, що забезпечує максимальне використання потенціалу культури і зони вирощування, має теоретичне обґрунтування і розробка методів ідентифікації відмінності селекційного матеріалу за генетично обумовленими системними властивостями.

Успіх селекції будь-якої культури насамперед зумовлюється наявністю необхідного вихідного матеріалу, направлений підбір якого дозволяє одержувати сорти і гібриди F_1 , які повністю відповідають наміченим моделям. Головна ідея вчення М.І. Вавілова про вихідний матеріал [10] – розкрити генетичний потенціал видів культурних рослин та їх диких співродичів і ефективно використати його в селекції. Пізнання і розкриття потенціалу генетичних ресурсів овочевих рослин сприяє розвитку синтетичної селекції, основним завданням якої є створення високопродуктивних сортів і гібридів, що відповідають сучасним вимогам споживачів. Значна різноманітність форм томата дозволяє мати додаткові джерела багатьох цінних господарських ознак для використання у будь-яких селекційних програмах [11-15].

Є достатньо обґрунтовані та перевірені практикою пропозиції з підбору пар для схрещувань, які при сучасному рівні знань допомагають селекціонерам у правильному виборі батьківських форм. Велике значення при цьому мають сорти – донори господарських ознак [16]. Одним з найбільш виправданих принципів підбору пар є залучення сортів, що по можливості максимально різняться між собою за біологічними, біохімічними та іншими властивостями [17-21].

Однак, у переважній більшості випадків селекціонер залучає до схрещування лише сорти, що випадково потрапили

до його рук, засновуючись на окомірному підборі за цікавими для нього ознаками. Емпіричність такої роботи гальмує селекційний процес і зменшує продуктивність праці селекціонера. Різноманітність форм у в межах світової колекції вимагає з'ясування найбільш доцільних сполучень для вирішення практичних завдань в селекції.

На сучасному етапі розвитку селекції у зв'язку з досягнутим рівнем селекційної проробки культурних рослин та збільшенням вимог виробництва до сортів та гібридів і глобальними змінами клімату теоретичне обґрунтування параметричної, генетико-фізіологічної та системної моделі біологічного засобу виробництва набуло вирішального значення для збільшення ефективності селекції [22, 23]. Особливе значення для розробки моделей та пошуку можливостей її реалізації є використання математичного забезпечення та сучасних комп'ютерних технологій [24, 25].

Таким чином вирішення ряду методичних і технологічних проблем оцінки генетичної і селекційної цінності за системними властивостями є одним зі шляхів підвищення ефективності гетерозисної селекції. Значну роль при цьому відіграє застосування моделей, які являють собою обґрунтування специфічності сортів і гібридів за системними властивостями і спрямовані на реалізацію конкретних програм селекції. Тому залишаються актуальними роботи з удосконалення методів селекції в напрямку розробки системи оцінок селекційного матеріалу та його добору, розробки нових методичних підходів і удосконалення селекційного процесу на основі максимального використання знань про об'єкт як біологічну систему із застосуванням сучасних селекційно-орієнтованих методів аналізу.

1. Використання функціонального простору модуля ознак для визначення генетичної організації складної кількісної ознаки

Вихідною геометричною моделлю функціонального простору макропроцесу є двомірний простір, окреслений двома компонентними ознаками модуля. Топологічні координати вихідного і селекційного матеріалу в двохкомпонентному просторі модуля ознак забезпечують оцінку специфічності конкретних зразків за генетичною організацією і сприяють їх порівняльній оцінці.

Для можливості геометричного подання результатів та змістовної інтерпретації їх аналізу значення ознак необхідно привести до порівняльних одиниць виміру – нормованих величин. Це робиться за допомогою формули:

$$t = \frac{(x_i - \bar{x})}{\sigma_x},$$

де t – нормоване значення ознаки i -тої форми;

x_i – фактичне значення ознаки i -тої форми;

\bar{x} – середнє значення ознаки у вибірці генотипів;

σ_x – середнє квадратичне відхилення.

Як приклад такої оцінки наведено розгляд організації таких комплексних ознак, як тривалість вегетаційного періоду і продуктивність у колекційних зразків томата (рис. 1 і 2)

При вивченні особливостей генетичної організації тривалості вегетаційного періоду у колекційних зразків томата виявлено різниці в епігенетичних програмах росту та розвитку окремих генотипів (рис. 1).

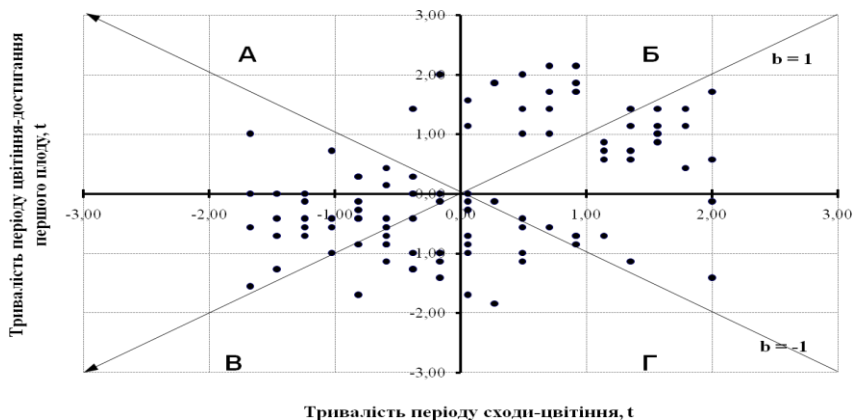


Рис. 1 Функціональний простір модуля ознак тривалості вегетаційного періоду та структурованість зразків за генетичною організацією макроознаки (середнє за 2015-2019 рр.)

В межах колекції спостерігались усі 4 типи стану відношень між процесами розвитку. Так 27 зразків відзначився диспропорційним (гомеостатичним) типом (зони А і Г). В цьому випадку зміна однієї компонентної ознаки характеризувалась протилежною зміною другої, завдяки чому стабілізувався фенотип загальної тривалості вегетаційного періоду.

Альтернативним пропорційним типом організації процесу (зони Б і В) характеризувалося 58 зразків, 29 з яких (зона В) відзначились пропорційним зменшенням обох складових вегетаційного періоду.

При аналізі особливостей формування продуктивності у фазовому просторі модуля ознак у колекційних зразків томата виявлено різниці окремих генотипів (рис. 2).

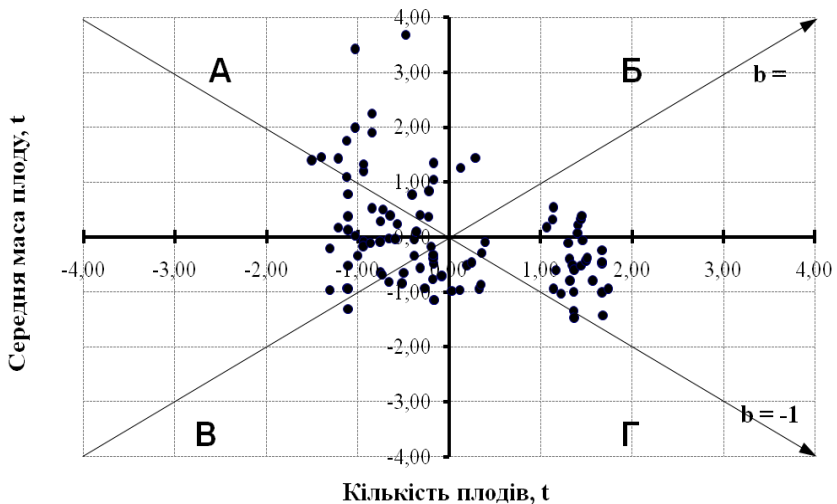


Рис. 2 Функціональний простір модуля ознак продуктивності та структурованість зразків за генетичною організацією макроознаки (середнє за 2015-2019 рр.)

Основна маса колекційних зразків відзначилася диспропорційним типом (зони А і Г), що вилилось у розташуванні їх уздовж лінії з моментом регресії $b=-1$. Пропорційний тип організації продукційного процесу (зони Б і В) показали 24 зразка. Пропорційним збільшенням обох компонентів продуктивності (зона Б на мал. 2) відзначились 9 зразків.

2. Оцінка донорських властивостей зразків томата

Закономірності прояву кількісних ознак в F_1 добре виявляються через розглядання процесу фенотипової реалізації гетерозису відносно материнської та батьківської форми, що дає змогу оцінити донорські властивості вихідних форм. Для цього використовується двомірний функціональний простір

відношення гібридної макросистеми до однієї з батьківських форм. На рис. 3 і 4 представлено такі залежності.

Встановлено чітку від'ємну залежність прояву гетерозису за урожайністю від значення ознаки у материнських форм (рис. 3). Але серед вивчених комбінацій схрещування виявились такі, що давали збільшення урожаю відносно материнської форми. При чому це спостерігалось як у низьковрожайних так і у високоврожайних форм. Виділилися 6 комбінацій (на малюнку у верхньому правому секторі), які проявили збільшення урожайності в F_1 при урожайній материнській формі.

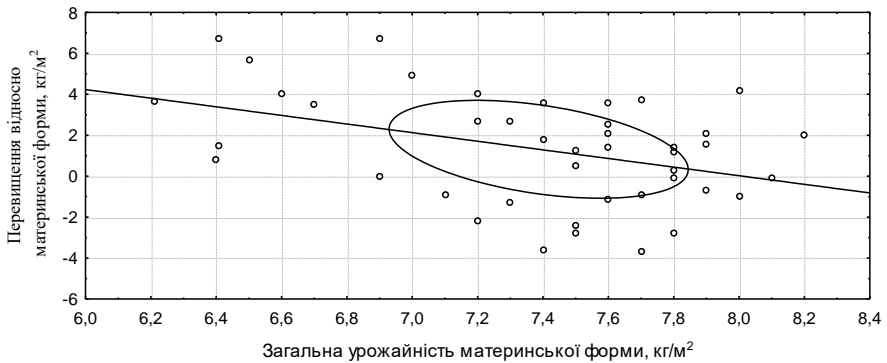


Рис. 3 Залежність гетерозису за загальним урожаєм від значення ознаки у материнської форми (середнє за 2015-2019 рр.)

При вивченні залежності прояву гетерозису за урожайністю від значення ознаки у батьківських форм (рис. 4) встановлено протилежну закономірність. Збільшення загального урожаю батьківської форми в середньому позитивно впливало на гетерозис. Виявлено 8 комбінацій схрещувань, які при високій урожайності батьківської форм проявили збільшення урожайності в F_1 .

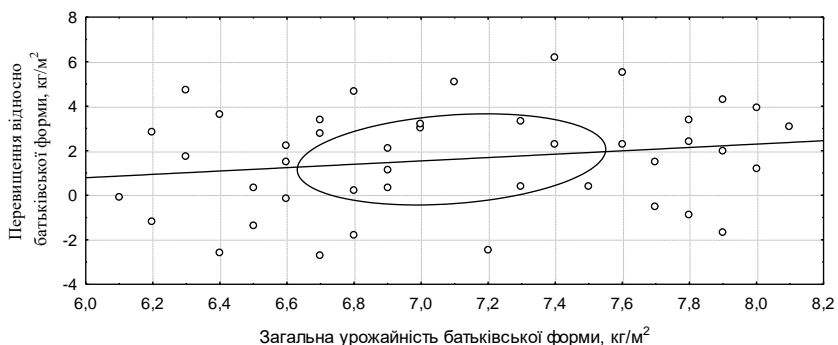


Рис. 4 Залежність гетерозису за загальним урожаєм від значення ознаки у батьківської форми (середнє за 2015-2019 рр.)

3. Прогнозування рівня кількісних ознак гібридних комбінацій за рівнем ознак батьківських компонентів

На основі виявлених закономірностей збудовано модель, яка дозволяє прогнозувати рівень урожайності гібридів томата. Полігон точок розкиду (рис. 5) характеризує рівень ознаки реально одержаних гібридів, при різних сполученнях значення ознаки у батьківських компонентів. Встановлено чітку від’ємну залежність проявлення ознаки „загальна урожайність” у гібридів F_1 від рівня цієї ознаки у материнської форми та позитивну від рівня батьківської форми.

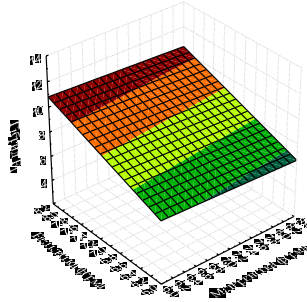


Рис. 5 Залежність урожайності гібридів F₁ томата від урожайності батьківських компонентів (середнє за 2015-2019 рр.)

Дана залежність описується емпіричним рівнянням регресії:

$$z = 4,076 - 0,4963 * x + 1,6867 * y,$$

де z – рівень ознаки в F₁,

x – рівень ознаки у материнської форми,

y – рівень ознаки у батьківської форми.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Орлюк А.П., Базалій В.В. Генетичний аналіз: навч. посіб. Херсон: Олді-плюс, 2013. 214 с.
2. Шмальгаузен И.И. Организация как целое в индивидуальном и историческом развитии. Москва-Ленинград: Изд-во АН СССР, 1938. 144 с.
3. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. Москва: Наука, 1989. 328 с.
4. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений. Москва, 2001. Т. 1/2. 1489 с.
5. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. Москва: Мысль, 1978. 272 с.
6. Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. Москва: Наука, 1994. 238 с.
7. Вавилов Н.И. Селекция как наука. Москва-Ленинград: Сельхозгиз, 1934. 16 с.
8. Федин М.Ф., Силис Л.Я. Взаимодействие генотип – среда и гетерозис. Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур. Москва: Колос, 1978. С. 212–221.
9. Инге-Вечтомов С.Г. Анализ структуры и функции гена Успехи современной генетики. 1971. № 3. С. 233–258.
10. Вавилов Н.И. Избранные сочинения. Москва: Колос, 1966. 556 с.
11. Гаевская Е.И., Буренин В.И. Доноры селекционно-важных признаков овощных и бахчевых культур. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Ленинград, 1999. Т. 157. С. 127-133.
12. Храпалова И.А., Буренин В.И. Таксономическое разнообразие семейства Solanaceae. Генетические коллекции овощных растений. СПб., 2001. Ч. 3. С. 239-243.
13. Буренин В.И., Храпалова И.А., Артемьева А.М. Источники и доноры селекционно-ценных признаков овощных культур. Иден-тифицированный генофонд растений и селекция / Под ред. Б.В.Ригина. СПб.: ВИР, 2005. С. 419-442.
14. Иден-тифицированный генофонд овощных растений. / Под ред. В.И.Буренина. СПб., 2007. 70 с.

15. Дзюбенко Н.И., Виноградов З.С. Коллекция ВИР – на службе селекции. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. СПб.: ВИР, 2007. Т. 164. С. 393-396.

16. Зыкин В.А. Системный анализ проблемы подбора пар для гибридизации. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур в Западной Сибири. Новосибирск, 1984. С. 3-12.

17. Боос Г.В., Бадина Г.В., Буренин В.И. Гетерозис овощных культур. Ленинград: Агропромиздат, 1990. 222 с.

18. Шахбазов В.Г. Механизмы гетерозиса: история и современное состояние проблемы. Харьков: Основа, 1990. 120 с.

19. Шахбазов В.Г. Механизмы формирования и проявления гетерозиса. При-рода, проявление и прогнозирование гетерозиса. Киев: Наукова думка, 1992. С. 5-15.

20. Состояние отечественной селекции овощных культур на гетерозис. [В.Ф.Пивоваров, Н.Н.Балашова, А.Т.Лебедева, С.А.Агапова]. Гетерозис сель-скохозяйственных растений. Москва, 1997. – С. 75-82.

21. Гетерозис по признакам с системным контролем у растений и его прогнози-рование. [П.П.Литун, В.В.Кириченко, Л.В.Бондаренко и др.]. Тр. по фундаментальной и прикладной генетике. Харьков: Штрих, 2001. С. 151-168.

22. Теоретичні основи селекції польових культур: збірник наукових праць УААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2007. 450 с.

23. Адаптивная селекция. Теория и практика на современном этапе. [П.П. Литун, В.В. Кириченко, В.П. Петренкова, В.П. Коломацька] УААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Х., 2007. 270 с.

24. Коломацька В.П. Системний аналіз і комп'ютеризація в селекції рослин. Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків. Київ, 2007. Вип. 9. С. 238-244.

25. Дромашко С.Е. Компьютерное обеспечение селекционного процесса. Молекулярная и прикладная генетика: сб. научн. трудов. Москва: Право и экономика, 2009. С. 61-68.

ЗМІСТ

Вступ	3
1. Використання функціонального простору модуля ознак для визначення генетичної організації складної кількісної ознаки	8
2. Оцінка донорських властивостей зразків томата.....	10
3. Прогнозування рівня кількісних ознак гібридних комбінацій за рівнем ознак батьківських компонентів ...	12
Бібліографія	14