

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
ІНСТИТУТ ОВОЧІВНИЦТВА І БАШТАННИЦТВА

**МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ПРИСКОРЕННЯ СЕЛЕКЦІЙНОГО
ПРОЦЕСУ МОРКВИ (*Daucus carota* L.)**

(методичні рекомендації)

Селекційне, 2020

Видається за рішенням вченої ради Інституту овочівництва і баштанництва НААН, протокол № 14 від 16 грудня 2020 р.

Методичні підходи прискорення селекційного процесу моркви (*Daucus carota* L.) / Авт. кол. : І. М. Підлубенко, О. М. Могильна, І. М. Митенко, В. І. Михайлин. Селекційне : ІОБ НААН, 2020. 27 с.

Авторський колектив: І. М. Підлубенко, кандидат с.-г. наук, О. М. Могильна, кандидат с.-г. наук, І. М. Митенко, кандидат с.-г. наук, В. І. Михайлин, кандидат с.-г. наук

Рецензенти: Сергієнко О. В., доктор с.-г. наук

Духін Є. О., кандидат с.-г. наук

У рекомендаціях викладено новітні підходи щодо створення вихідного матеріалу для гетерозисної селекції моркви: методика селекції фертильних ліній та методика прискореного створення лінійного матеріалу моркви на основі кореляційних зв'язків. Надано характеристику фертильної лінії, яку передано до НЦГРРУ та для використання в селекційних цілях.

Методичні рекомендації можуть бути використані науковцями, викладачами, студентами та аспірантами, які займаються створенням вихідного матеріалу для селекції й насінництва моркви.

© Інститут овочівництва і баштанництва НААН, 2020

© Підлубенко І.М., Могильна О.М., Митенко І.М., Михайлин В.І., 2020

ВСТУП

Цінність моркви, як однієї з основних овочевих рослин, що має різностороннє застосування в харчовій, переробній та інших галузях промисловості, забезпечила їй значну увагу в дослідницьких роботах зі створення нових форм. Селекційну роботу з морквою інтенсивно проводять зарубіжні селекційні фірми Франції, Нідерландів, Великобританії, Данії, США, Росії, Канади, Японії та ін. Селекція моркви у всіх країнах спрямована на підвищення врожайності й скоростиглості, поліпшення якості продукції, лежкості при зберіганні та придатності до механізованого збирання. Останнім часом значну увагу приділяють підвищенню стійкості сортів і гібридів моркви проти та шкідників.

Вивчення ринку споживання свідчить, що найбільшим попитом користуються коренеплоди моркви вирівняні за формою з гладенькою поверхнею, невеликою серцевиною, оранжевого або темно-оранжевого кольору з високим вмістом каротину та сухих речовин тощо. Також для моркви дуже важливі харчові й смакові якості коренеплодів.

На жаль, існуючий асортимент Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, не повністю відповідає цим вимогам. Отже, основним завданням селекції є створення сортів і гібридів моркви, що володіють комплексом цінних господарських ознак. Створення таких конкурентоспроможних сортів і гібридів власної селекції є можливим завдяки застосуванню нових та поліпшенню існуючих методів оцінки, виділення й створення вихідних ліній і гібридів, розробка технології насінництва. У сучасній селекційній практиці основним методом селекції моркви є гетерозисна селекція на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС), яка дозволяє швидко комбінувати та накопичувати цінні ознаки в рослині.

1. БОТАНІЧНА ТА БІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКИ МОРКВИ (*DAUCUS CAROTA* L.)

Рід Морква (*Daucus* L.) належить до родини Селерових (типовий рід *Apiaceae* Lindl., *Umbelliferae* Juss.). Морква представлена двома підвидами (за сазоною Л.В.): західним (*Subsp. occidentalis* Rubasch.) і східним (*Subsp. orientalis* Setch.). В Європі поширений західний підвид, який включає такі різновиди дикої і культурної моркви: var. *albus* Alef. – морква європейська біла, var. *Sulfureus* Alef. – морква європейська жовта (ксантофілова), var. *atrorubrus* Alef. – морква європейська оранжева (каротинова). В Україні найбільш поширеною є var. *Aurantius* західного підвиду. За ознакою форми і розміру коренеплоду виділяють три групи сортотипів: Конічна, Циліндрична й Овальна. Група сортотипів *Конічна* об'єднує сортотипи Амагер, Валерія, Геранда, Шантене. Представлена великою кількістю сортів моркви вітчизняної та іноземної селекції.

Сортотип *Амагер*. Коренеплоди довжиною 18–22 см, діаметром 3,5–5,0 см і більше, зі слабким збігом донизу, з тупим кінцем або злегка загострені.

Сортотип *Геранда*. Коренеплоди короткі – довжиною 8–10 см, товсті – діаметром 4–8 см, з тупим кінцем або загострені. Сортотип *Шантене*. Коренеплоди середньої довжини 12–15 см, товсті – діаметром 4–6 см, зі слабким збігом донизу, з тупим кінцем або загострені.

Група сортотипів *Циліндрична* включає в себе такі сортотипи моркви як Амстердамська, Берлікумер, Нантська. Ця група сортотипів також представлена великою кількістю сортів вітчизняної і закордонної селекції внесених у Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Сортотип *Амстердамська*. Коренеплоди – короткі й середньої довжини 10–15 см, відносно тонкі – діаметром 2–2,5 см, з тупим кінцем. Мають невелику розетку листків, вузьколанцетні сегменти листка.

Сортотип *Берлікумер*. Коренеплоди довгі – довжиною 20–25 см, діаметром 3–5 см, зі слабким збігом донизу, з тупим кінцем або слабо загострені. Сортотип *Нантська*. Коренеплоди середньої довжини 12–15 см, зі слабким збігом донизу, з тупим кінцем або злегка загострені.

Група сортотипів *Овальна* малочисельна і не має широкого поширення у Європі. Включає в себе сортотипи Грело і Каротель.

Сортотип *Грело*. Коренеплоди округлі, довжина і діаметр 3–4 см. Вирощують в якості тепличної культури та для консервування цілими коренеплодами.

Сортотип *Каротель*. Коренеплоди еліптичної форми, довжиною 6–8 см, діаметром 4–7 см, іноді зі слабким збігом донизу.

Вид *Daucus carota* L. має 9 пар хромосом ($2n = 18$).

Морква є дворічною овочевою коренеплідною рослиною. У перший рік рослини моркви утворюють прикореневі розеткові листки з довгими черешками та коренеплід. Листки трикутні перисторозсічені на три-, чотири-, і п'ятиразові сегменти, що складаються з сегментиків. Листки зелені зі світлими або слабо-темними відтінками. Черешки голі або слабо опушені. Щодо поверхні ґрунту то вони бувають напівпідняті, стоячі й розлогі.

Коренеплід складається з епікотиля, гіпокотиля та власне коренеплоду який має головку, шийку, плечики, основу й осьовий корінець. Анатомічна будова коренеплоду належить до морквяного типу й має деревинну паренхіму (серцевину) й луб'яну кору (флоему і ксилему). Забарвлення серцевини звичайно світліше за корову частину. Поверхня коренеплоду буває червоно-оранжевою (каротиновою), жовтою і білою. Форма – циліндрична, конічна, веретеноподібна й округла, довжиною 10–20 см, діаметром 3,5–10 см. На другий рік із коренеплодів моркви послідовно розвиваються листки, стебла і квітки. Стебло – дудчасте, ребристе, зелене; листки – перисторозсічені. Висота стебел 0,5–1,5 м. Верхівка кожного пагона закінчується суцвіттям (складний зонтик). Рослини моркви – облігатні перехресники, тому що їм властиве явище дихогамії з протоандричним типом цвітіння. Усі культурні сорти легко схрещуються між собою, а також з дикорослими формами. Квітки запилюються комахами. Квітки моркви – з білими пелюстками, двостатеві, мають 5 пиляків і нижню зав'язь. Суцвіття – білі чи рожеві, дуже яскраві, добре приваблюють комах не тільки забарвленням, але також ароматом і нектаром. Комахи можуть переносити пилок моркви на відстань до 2 км. У популяціях моркви багатьох культурних сортів і диких форм часто зустрічаються чоловіче стерильні – типу браун і петалоїд. Виділення й закріплення стерильних форм широко використовують у селекції моркви при розробленні методів насінництва гетерозисних гібридів. При гібридизації сортів між собою й з дикорослими формами в першому поколінні спостерігають, в основному, проміжний прояв ознак забарвлення і форм коренеплоду. За розмірами і масою коренеплодів при міжсортівій гібридизації часто проявляється гетерозис. З двогніздої зав'язі утворюється плід – двосім'янка.

Насіння моркви проростає дуже повільно, тому що ефірна олія, що знаходиться в ньому, перешкоджає швидкому набряканню. При ранній сівбі в холодну погоду сходи з'являються лише на 25–30-й день; при сприятливих умовах погоди – на 10–15-й день після сівби. Морква вимагає ґрунтів, чистих від бур'янів, тому що насіння багатьох бур'янистих рослин проростає раніше, ніж моркви, і сильно пригнічує її сходи.

Молоді рослини моркви, як і інших коренеплідних культур родини Селерові, дуже повільно ростуть, особливо в перший період після появи сходів. Через півтора місяці після сівби при сприятливих умовах рослини утворюють три – чотири справжні листки. Повільний розвиток молодих проростків обумовлюється тим, що в цей час посилено росте стрижневий корінь. Коренева система поширюється на 2,0–2,5 м углиб і на 1,0–1,5 м ушир. При відносно невеликій величині асиміляційного апарату корені використовують для живлення значний обсяг ґрунту. Формування коренеплоду в моркви починається досить рано. Спочатку він росте повільно в довжину, а потім починає товщати. Через 2,0–2,5 місяця після сівби він досягає товщини в кореневій шийці близько 1,5 см і може бути використаний у вигляді так званої пучкової продукції. Коли закінчиться ріст листків, починається інтенсивне наростання коренеплоду. Можна сказати, що врожай моркви створюється в

останню чверть періоду вегетації. У цей час коренеплід росте, в основному, завдяки надходженню органічних речовин з листків. Розеткові листки нижніх ярусів починають жовтіти й опадати. Маса розетки листків знижується.

Морква, навіть при сівбі під зиму, у перший рік життя квітконосний пагін звичайно не утворює. Це пояснюється тим, що для цього з початку проростання насіння необхідний тривалий вплив низьких позитивних температур (від 0 до 2 °С впродовж 40–100 днів залежно від сорту). Такі умови створюються при тривалому зимовому зберіганні коренеплідів-маточників.

Морква швидше росте при довгому дні. Короткий день сповільнює ріст і розвиток рослин. Морква – холодостійка рослина. Насіння може проростати при різній температурі залежно від комплексу умов. При весняній сівбі (низька температура) насіння проростає повільно: при 8°С тільки через 25 днів, при 18...20°С (оптимальна температура) – на восьмий день.

При сівбі на зиму сходи моркви навесні з'являються незабаром після танення снігу при температурі, близькій до 1...2 °С. Навесні насіння від підзимової сівби піддається кількаразовому проморожуванню й відтаванню, і тому швидко проростає. Гарний ріст і розвиток дорослих рослин відбувається при 15...20°С. Сходи витримують невеликі заморозки -3...-5°С. Однак часто при залишенні в полі навіть у сніжні зими відмирає не тільки бадилля, але і коренеплід. До водного режиму морква вимоглива на початку росту, коли в неї ще не сформувалася коренева система.

Насіння моркви – дрібне. При сівбі його зашпаровують у верхній шар ґрунту. Для проростання необхідно, щоб у цьому шарі протягом тривалого часу були сприятливі умови щодо вологості. У другій половині вегетації, коли морква розвів'є сильні корені, рослини мають меншу потребу в поливах.

Розгалужена коренева система й відносно невелика листкова поверхня обумовлюють досить значну стійкість рослин до несприятливого водного режиму. Однак нерівномірне постачання в цей час водою призводить до розтріскування коренеплідів, морква погано переносить надлишкове зволоження.

Морква, як і інші коренеплідні рослини, є вимогливою до фізичних властивостей ґрунту. Коренеплід добре розвивається тільки в пухкому ґрунті. Тому для моркви найбільш придатними є легкі, добре аеровані супіщані, суглинні, торф'яні ґрунти, заливні заплави з ґрунтами легкого механічного складу. На щільних ґрунтах коренеплоди виходять розгалуженими. Причина цього – травматичні ушкодження кореневого чохла стрижневого кореня, що викликає утворення бічних розгалужень. Чим багатший, родючіший ґрунт, тим коренеплоди є смачнішими, більш вирівняними та інтенсивніше забарвленими. З усіх груп коренеплідних рослин морква найбільш чутлива до структури та обробітку ґрунту. Тому обробіток ґрунту під моркву повинен бути глибоким і особливо ретельним, а сівбу насіння слід проводити одразу після обробітку.

Морква відрізняється невисокою вимогливістю до елементів мінерального харчування. Потреба моркви до умов мінерального живлення міняється залежно від її віку, темпів росту та розвитку. На початкових етапах росту вона потребує всі три найважливіші елементи живлення: азот, фосфор і калій. Потім потреба у фосфорі та калії зростає, а в азоті – зменшується.

2. ГЕТЕРОЗИСНА СЕЛЕКЦІЯ МОРКВИ У СУЧАСНИХ УМОВАХ: ДОСЯГНЕННЯ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ

Гетерозисні гібриди F_1 мають низку безперечних переваг порівняно з сортами – високу врожайність, вирівняність за морфологічними, біохімічними й господарськими ознаками, адаптованість до умов навколишнього середовища, стійкість проти хвороб. На створення гетерозисних гібридів витрачається менше часу, ніж на сорти. Застосування гібридів F_1 дає змогу власнику гібрида контролювати процеси насінництва і бути монополістом у розподілі прибутків від його вирощування. Завдяки цьому у країнах із високорозвинутим овочівництвом гетерозисна селекція вийшла на перший план.

Перевага гетерозисних гібридів є добре відомою, однак більш ефективному використанню гетерозису в селекції заважає та обставина, що природа цього складного явища вивчена недостатньо. Гібридна сила продовжує залишатись однією з найбільш загадок селекції. Розкриття механізмів гетерозису було б одним з найзначиміших вкладів у подальший розвиток як селекції, так і ряду галузей біологічної науки.

Гетерозисна селекція моркви базується на використанні ЦЧС. Це – один з найбільш ефективних методів селекції на овочевих рослинах – використання материнських форм з ЦЧС. Вона контролюється генетичними факторами в цитоплазмі і передається по материнській лінії. ЦЧС була відкрита Корренсом в 1904 р. у чабру. Уперше чоловічу стерильність у моркви виявили й описали J.E. Welch та E.L. Grimball у 1947 році у США. У наш час явище ЦЧС тісно пов'язане з гетерозисом. Особливо велике значення ЦЧС має для моркви, що має велику кількість дрібних квіток, кастрація яких на великих площах є практично нездійсненною.

У моркви залежно від різного ступеня редукції генеративних органів або змін у морфології квіток існує декілька форм стерильності, які в наш час об'єднано у два основні типи ЦЧС моркви: браун і петалоїд.

Тип стерильності браун – квітки з недорозвиненими тичинками коричневого забарвлення, позбавлених фертильного пилку. Тип стерильності петалоїд – у квітках немає тичинок, вони модифікуються в пелюстки й квітка набуває махрового вигляду. Петалоїдний тип ЦЧС вперше виявлено в 1953 р. у США у рослин дикої моркви. Рослини моркви з даним типом ЦЧС у природі зустрічаються дуже рідко.

Рослини петалоїдного типу мають переваги порівняно з типом браун. Вирізняльною особливістю петалоїдних рослин є те, що вони мають морфологічно чітко виражену стерильність, пов'язану з різним ступенем петалоїдії з домінантним успадкуванням ознаки ЦЧС. Петалоїдний тип стерильності є більш стійким, ніж браун, його прояв мало залежить від умов навколишнього середовища. Спадковість типу петалоїд визначається як результат взаємодії цитоплазматичного фактора та не менше трьох домінантних генів (Eisa H.M., Wallace D.H., 1969).

Для гетерозисної селекції моркви на основі використання цитоплазматичної чоловічої стерильності квіток типу петалоїд велике

значення має створення трьох типів ліній. Це лінії А, що включають у себе рослини зі 100-відсотковою чоловічою стерильністю (ЧС) квіток типу петалоїд, і фертильні лінії В, що забезпечують при схрещуванні їх з ЧС-лініями А збереження ознаки стерильності квіток у потомстві стерильних рослин, тобто її закріплення. Крім того, важливим є отримання фертильних інбредних ліній С, які б володіли високим рівнем комбінаційної здатності при схрещуванні їх з лініями А.

Існує декілька підходів до створення ЧС-ліній. По-перше: виділення стерильних рослин з популяції сорту. Але даний метод не завжди можна застосувати на практиці через досить низьку частоту прояву даної ознаки. Особливо це стосується стерильних рослин типу металоїд. Так у наших дослідженнях при трирічному обстеженні насінників популяції Нантська харківська рослин з ознаками стерильності типу петалоїд не виявлено.

Іншим шляхом отримання стерильних форм є метод багаторазового самозапилення. За дослідженнями М.І. Тіміна у інбредних ліній з'являється до 24–40 % рослин зі стерильністю браун і до 5–8 % – типу петалоїд. Створення ЧС-ліній є можливим також шляхом мутагенезу. Індукувати генетичну мінливість за ознакою стерильності допомагають мутагени різної природи.

Найбільш поширеним у селекційній практиці методом створення стерильних ліній є запропонований Б.В. Квасніковим і Н.І. Жидковою підхід переведення певних сортів на петалоїдну стерильну основу. Для передачі ознаки стерильності лінії, що має певну ознаку, використовують систему бекросів (6–7 насичуючих схрещувань). У результаті стерильний аналог має до 99,2 % ядерного матеріалу батьківської форми.

Процес створення стерильних ліній за класичною схемою є досить складним і тривалим. За традиційною схемою для передачі ознаки стерильності і закріплення її в потомстві, тобто власне створення ліній А і В потрібно 10–12 років. Тому в гетерозисній селекції моркви основним завданням на сучасному етапі є отримання лінійного матеріалу за короткий проміжок часу. Проводяться дослідження щодо застосування сучасних біотехнологічних методів, які дозволяють значно прискорити селекційний процес. Швидко розмножити стерильні лінії без стадії отримання закріплювачів ЦЧС можна через використання калюсної культури. Метод експериментальної гаплоїдії (через культуру пильників) дозволяє значно прискорити отримання гомозиготних фертильних ліній. Також проводяться дослідження на рівні клітин – парасексуальна гібридизація (культура протопластів), використання індукованого апоміксису (отримання насіння без запліднення) і т. д. В Інституті овочівництва і баштанництва НААН проведено дослідження щодо розробку і застосування прискорених схем створення ЧС-ліній моркви. Розроблено методику мікророзмноження селекційних зразків моркви та виявлено біолого-генетичні аспекти розмноження *in vitro*. За допомогою цієї методики та експериментальної гаплоїдії створено ЧС-лінії моркви, що має важливе значення для прискорення селекційного процесу.

3. ДЖЕРЕЛА ЦІННИХ ГОСПОДАРСЬКИХ ОЗНАК МОРКВИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ОЦІНКИ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ В КОЛЕКЦІЙНОМУ РОЗСАДНИКУ

Отримання конкурентоспроможної інноваційної продукції в селекційних дослідженнях не можливе без комплексної оцінки вихідного матеріалу. Створення гетерозисних гібридів неодмінно потребує використання комплексу генетично віддалених ліній з високими показниками комбінаційної здатності. Для вирішення проблеми створення лінійного матеріалу моркви в Інституті овочівництва і баштанництва НААН постійно проводиться сортовивчення зразків у колекційному розсаднику. Так за період з 2018 по 2020 роки у колекційному розсаднику досліджено і оцінено понад 90 зразків моркви вітчизняної та іноземної селекції. При формуванні колекції ми намагалися зібрати сорти та гібриди F₁, створені в останні роки, тобто такі, що не втратили свої первинні якості через тривале продукування, а також сорти, що вивчали у попередні роки й визнані перспективними в якості донорів цінних господарських ознак.

За продуктивними показниками виділено 4 колекційні зразки, які мали стабільно високий рівень загальної урожайності: Грильяз (К-3769П) – 51,6 т/га, KanadaSX (К-3814П) – 46,2 т/га, Кампіно (К-3821П) – 41,3 т/га, Шантане Ред Коред (К-3818П) – 39,7 т/га.

Найвищий рівень товарності мали наступні зразки: Каротель (К-3724П) – 93%, Мармеладка (К-3773П) – 92%, Курода (К-3820П) – 89%, Осіння королева (К-3715П) – 87%, за масою одного товарного коренеплоду виділено: Kanada SX (К-3814П) – 163 г, Грильяз (К-3769П) – 140 г, Помаранчевий мускат (К-3775П) – 138 г, Cubic (К-3811П) – 135 г, Chantenay red core 3 supreme (К-3771П) – 135 г та Шантане Ред Коред (К-3818П) – 130 г.

Оцінка морфолого-біометричних показників показала, що найбільшу довжину коренеплоду мали: Цукат (К-3770П) – 23,0 см, Kanada SX (К-3814П) – 22,5 см, Грильяз (К-3769П) – 21,5 см, Kuroda SX (К-3813П) – 20,9 см, Зайка Зазнайка (К-3768П) – 19,6 см. Найбільший діаметр мали Chantenay red core 3 supreme (К-3771П) – 5,8 см, Кампіно (К-3821П) – 4,5 см, Шантане Ред Коред (К-3818П) – 4,8 см, найкраще співвідношення серцевини до діаметру коренеплоду мали: Шантане Ред Коред (К-3818П) – 0,43; Королева осені (К-3715) – 0,45.

Таким чином, у результаті проведеної комплексної оцінки вихідного матеріалу в колекційному розсаднику виділено джерела продуктивності та якості серед зразків моркви, які рекомендовано використовувати в якості вихідних форм для створення лінійного матеріалу в гетерозисній селекції моркви.

4. МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ ФЕРТИЛЬНИХ ЛІНІЙ МОРКВИ

Результат селекційної роботи значною мірою залежить від якості вихідного матеріалу, закономірностей екологічної мінливості та успадкування найважливіших ознак. Особливого значення при цьому набуває правильний вибір вихідних батьківських форм, які є матеріалом для створення нових гібридів на першому етапі селекційної роботи. Вихідний матеріал обов'язково повинен містити в собі генотипи з високою комбінаційною здатністю. Оскільки морква відноситься до аллогамних видів, то для досягнення високого ефекту гетерозису схрещують інбредні гомозиготні лінії. Усі рослини інбредної лінії мають однакову комбінаційну здатність завдяки однаковості їх генотипів, отже, всі можливі комбінації між особинами двох ліній є ідентичними. Тому створення ліній з високою комбінаційною здатністю забезпечує і високий рівень гетерозису. Для створення фертильних ліній запилювачів (батьківського компонента) в якості вихідного матеріалу ми використали сорти моркви, які були виділені у попередні роки досліджень із колекційного розсадника за комплексом цінних господарських ознак (урожайність, товарність, продуктивність, морфолого-біометричні показники та ін.). Схема створення фертильних ліній моркви приведена на рисунку 1.

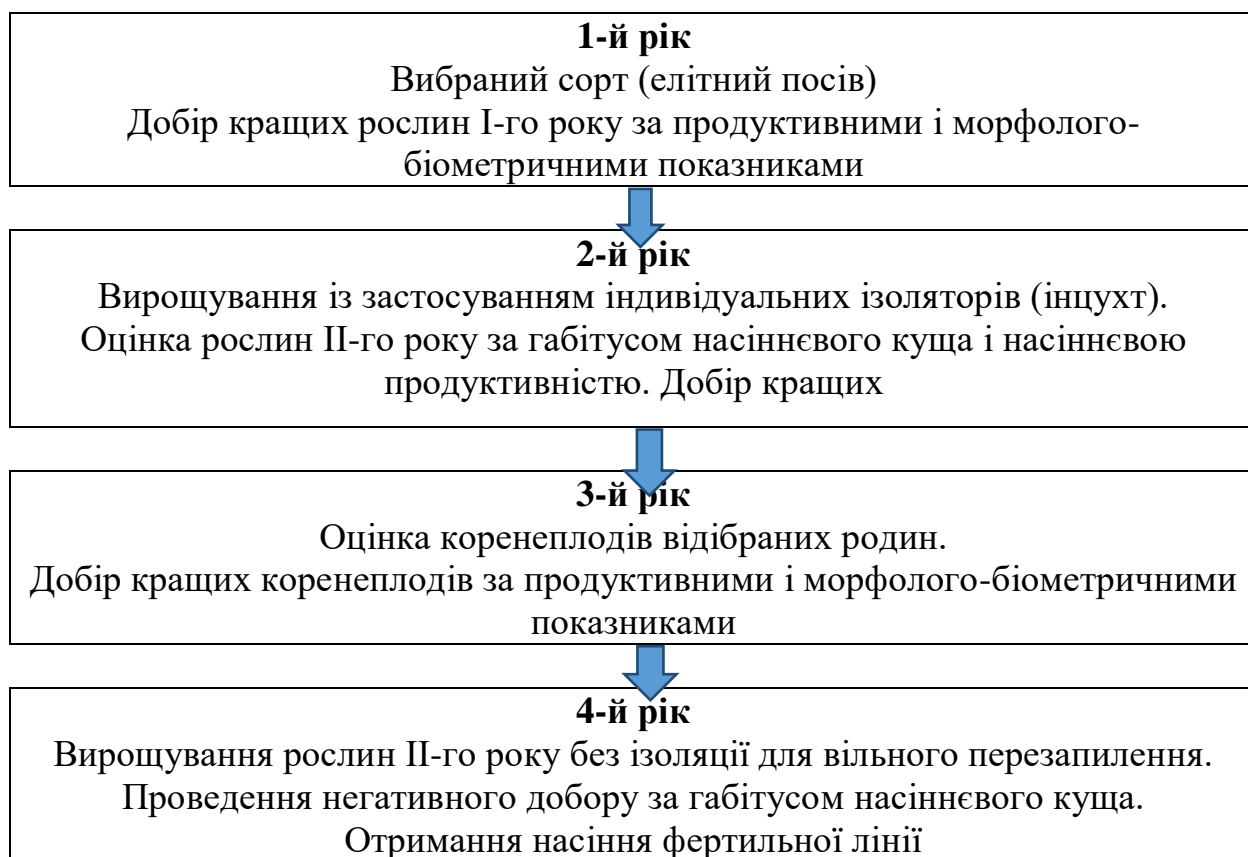


Рис. 1. Схема створення фертильних ліній

При створенні фертильних ліній моркви ми проводили роботу в напрямку добору і доведення родин до стабільного, однорідного, константного стану. У дослідженнях використовували таку схему селекційного процесу отримання фертильних ліній: у перший рік вирощування серед посіву вибраного нами сорту проводили добір кращих коренеплодів за продуктивними і морфолого-біометричними показниками в рамках моделі сорту, а саме: довжина і діаметр коренеплоду, діаметр головки та серцевини, індекс форми, форма кінчика, стійкість до захворювань, лежкість, стійкість до розтріскування, заглиблення в ґрунт, забарвлення м'якуша. На другий рік висаджували відібрані типові коренеплоди. Вирощували їх із застосуванням індивідуальних марлевих ізоляторів (інцухт). Проводили оцінку рослин II-го року за габітусом насінневого куща і насінневою продуктивністю. У межах родин бракували слабо розгалужені, слабозвинені, нетипові насінники, а в період цвітіння – рослини зі стерильністю типу браун.

На третій рік селекційної роботи щодо створення фертильної лінії провели оцінку рослин першого року відібраних родин покоління I₁. Проводили добір кращих коренеплодів за продуктивними і морфолого-біометричними показниками. 4-й рік: вирощування кращих відібраних рослин II-го року без ізоляції для вільного переzapилення. Проведення негативного добору за габітусом насінневого куща. Отримання насіння фертильної лінії.

5. СЕЛЕКЦІЙНІ РОЗРОБКИ ІОБ НААН, РЕКОМЕНДОВАНІ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У СЕЛЕКЦІЙНИХ ПРОГРАМАХ: ФЕРТИЛЬНА ЛІНІЯ МОРКВИ ІРИСКА

У результаті проведеної селекційної роботи створено фертильну лінію моркви Іриска. Лінія створена методом індивідуально-родинного добору з гібридної комбінації одержаної від гібридизації сортів Шантене сквирська/Грильяз А.

Створена фертильна лінія має злегка підняту, середню за діаметром розетку 2,5–2,8 см. Листок довжиною 46–52 см (разом з черешком), черешок – 28 см, розсіченість листка помірна. Листок зеленого забарвлення помірної інтенсивності без проявів антоціану на черешку.

Коренеплід довжиною 15–17 см, діаметром 3,2–4,5 см, індекс форми (відношення довжини коренеплоду до його діаметру) середній – 2,8, коренеплід за формою у поздовжньому розрізі трикутний, форма плеча – плескато-округла, місце прикріплення листків – плескате або злегка втиснуте. Форма кінчика коренеплоду – ледь загострена. Колір поверхні коренеплоду – оранжевий, інтенсивність забарвлення поверхні коренеплоду – помірна. Антоціанові забарвлення поверхні плеча малий. Боріздки на поверхні коренеплоду помірно виражені, діаметр серцевини 1,0–1,5 см, що становить 20 % відносно загального діаметра коренеплоду. Забарвлення серцевини і флоєми (м'якуша) оранжеве, помірної інтенсивності;

забарвлення серцевини порівняно з забарвленням флоєми темніше. Зелене забарвлення внутрішньої частини верхів коренеплоду у поздовжньому розрізі відсутнє, або дуже слабке. Надземна частина коренеплоду мала. Фертильна лінія запилювач моркви Іриска зображена на рис.2.



Рисунок 2. Фертильна лінія моркви Іриска

Фертильна лінія моркви Іриска – раннього строку досягання. Загальна урожайність коренеплодів 49,4 т/га, товарна урожайність – 44,1 т/га, товарність 87 % (у стандарту с. Шантене сквирська – 44,9 т/га; 37,9 т/га; 84 % відповідно). Середня маса одного товарного коренеплоду 225 г. Вміст β -каротину становить 17,8 мг/100 г, сухої речовини – 15,3 %, загального цукру – 7,5 %. Лежкість під час зимового зберігання – 92 % при 87 % у стандарту. Стійкість проти хвороб є вищою за стандарт і складає: до ураження фомозом 2,4 % проти 3,6 % у стандарту; до альтернаріозу – 0,4 % проти 0,8 % стандарту. Лінія має високий рівень посухостійкості – 7 балів, високу стійкість до розтріскування 7 балів, дуже високу стійкість до стеблуння. Висота насінневої рослини 80 см.

Створена фертильна лінія моркви Іриска вирізняється високим рівнем загальної і специфічної комбінаційної здатності (ЗКС – 115%; СКС – 121%).

Таким чином в результаті проведеної селекційно-дослідної роботи створено перспективну фертильну лінію моркви Іриска з високим рівнем комбінаційної здатності. Призначення лінії: запилювач при створенні гетерозисних гібридів F_1 моркви, батьківський компонент. Лінія Іриска пройшла випробування в умовах інституту і передана для реєстрації в Національний центр генетичних ресурсів рослин України.

6. МЕТОДИКА ПРИСКОРЕНОГО СТВОРЕННЯ ЛІНІЙНОГО МАТЕРІАЛУ МОРКВИ НА ОСНОВІ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ МІЖ БІОХІМІЧНИМИ І ГОСПОДАРСЬКИМИ ОЗНАКАМИ

Упродовж останніх років в Інституті овочівництва і баштанництва НААН проводили аналіз кореляційної залежності між ознаками зразків моркви, який довів ефективність використання високих позитивних і негативних коефіцієнтів кореляції для прискорення селекції і розширення методології щодо створення лінійно-сортового генофонду моркви з високою якістю продукції та комплексом господарських адаптивних ознак. Відомий стандартний спосіб включає вивчення і виділення з колекційних зразків джерел за комплексом адаптивних ознак дворічної рослини моркви впродовж 6-ти років з послідуочим створенням з них лінії або сорту аутбридінговим добром декількох рослин або інцухтуванням однієї рослини у селекційному розсаднику протягом 7–8 поколінь під штучними ізоляторами (14–16 років). Надалі цей матеріал оцінюється у контрольному розсаднику на адаптивність порівняно з батьківською вихідною формою 2 роки та на конкурентоздатність у розсаднику конкурсного сортовипробування 3 роки, паралельно розмножують насіння, з якого в продовж 6 років отримують добазове насіння та 2 роки базове. Таким чином, селекційний процес щодо створення ліній чи сорту та їх розмноження займає за стандартною традиційною схемою 33–35 років (рис. 3).

Роки		Лінія А (ЧС)	Лінія В (ЗЧС)	Лінія (ЧФ)
		Розсадник вихідного матеріалу		
1-3		Добір рослин з ознакою ЦЧС. Схрещування методом топ кросу з ЗЧС рослинами	Добір рослин інцухт. Схрещування методом топ кросу з ЧС рослинами	Добір рослин інцухт
4-15	Морква I року	Оцінка коренеплодів за продуктивністю та морфологічними ознаками	Оцінка коренеплодів родин за продуктивністю та морфологічними ознаками	Оцінка коренеплодів рослин за продуктивністю та морфологічними ознаками
5	Морква II року	Оцінка родин на стерильність. Схрещування методом топ кросу з ЗЧС рослинами. Одержання ВС I ₆	Відбір родин за закріплюваністю стерильності. Інцухт одержання I ₁₋₆ . Схрещування методом топ кросу з ЧС рослинами	Оцінка за насінневою продуктивністю інцухт, отримання I ₁₋₃ . Розмноження I ₃ методом аутбридінгу
16				
17-20		Розсадник гібридизації (А/С)		
		Розсадник сортовипробування		

Рис. 3. Схема селекційного процесу створення гібридів моркви F₁

Недоліком цього методу селекції є тривалий термін селекції і насінництва, який базується на родинно-індивідуальному доборі декількох або однієї рослини за комплексом ознак з наступним їх розмноженням під коштовними штучними індивідуально-груповими ізоляторами. За цим методом відмічено низький рівень стабілізації ознак на ранніх етапах особливо за вмістом корисних речовин. Існує ряд методів генетико-статистичних які дозволяють скоротити термін виявлення колекційних джерел та збільшити ефективність поколінь за рахунок існування тісноти зв'язків між ознаками, де за визначеною стабільною ознакою, можливо гарантувати параметри іншої, Деревицький Н. Ф. (1962).

Виходячи з цього в задачу наших досліджень входило розробити прискорену модель селекційного процесу за рахунок використання кореляційного і дисперсійного аналізів та лабораторних аналітичних доборів при створенні нових конкурентоспроможних продуктивних ліній і сортів з високим вмістом сухої речовини, загального цукру, вітаміну С і β -каротину у коренеплодах і насінні моркви та агрономічною стабільністю ($A_s=100-V$), де $V\%$ коефіцієнт варіації.

Метод забезпечує скорочення селекційної роботи шляхом зменшення терміну визначення продуктивних джерел за біохімічними ознаками та збільшує ефективність доборів за біометричною та лабораторною оцінкою.

За позитивною кореляцією встановлено тісну залежність однієї ознаки з іншою або іншими, за рахунок збільшення якої збільшуються параметри інших. Це свідчить про те, що наприклад у виділених колекційного зразків зі збільшенням вмісту сухої речовини у коренеплодах буде збільшуватись вміст білка, моноцукрів і загального цукру, оскільки вони тісно пов'язані між собою. І надалі у період добору ця залежність буде успадковуватися. При цьому не треба проводити додаткові аналізи без етапів титрування та застосування хімічних реактивів, отже аналіз визначення сухої речовини є одним з дешевих методів, тоді як інші більш затратні. Окрім того, чим більше в зразку є сухої речовини, тим більшою є урожайність коренеплодів.

На основі тісноти кореляційних зв'язків між ознакою β -каротину та довжиною черешка можливим є проведення добору рослин за довгим черешком, яка є гарантом збільшення β -каротину без проведення хімічного аналізу (табл. 1). Використання позитивних кореляційних зв'язків між ознаками у коренеплодах та насінні, які успадковуються, дозволяє знизити витрати на проведення додаткових біохімічних аналізів та збільшити ефективність добору в першому поколінні без проведення доборів у другому – четвертому поколіннях протягом 8-ми років.

Таблиця 1 – Кореляційні зв'язки між кількісними, біохімічними, морфологічними, продуктивними ознаками й урожайністю зразків моркви (середнє 2018–2020 рр.)

№ вар.	Досліджувана ознака	Кореляційна ознака	Коефіцієнти кореляції (r)
у коренеплодах			
1	Суша речовина	Білок (N x 6,25)	0,47
		Моноцукри	0,52
		Загальний цукор	0,48
		Урожайність	0,58
2	Вітамін С	Фоліева кислота	0,45
		β – каротин	0,53
3	β – каротин	Довжина черешка	0,46
4	Загальний цукор	Моноцукри	0,62
		Сахароза	0,82
5	Моноцукри	Сахароза	0,88
у насінні			
6	Суша речовина	Загальний цукор	0,53
		Схожість	0,50
		Енергія проростання	0,54
		Маса коренеплоду	0,82
		Вихід стандартних коренеплодів	0,82
		Маса 1000 насінин	0,78
7	Клітковина	Моноцукри	0,68
8	Сахароза	Білок (N x 6,25)	0,64
у рослинах			
9	Висота розетки	Діаметр розетки	0,66
10	Більший діаметр коренеплоду	Менший діаметр коренеплоду	0,87
11	Маса коренеплоду	Вихід стандартних коренеплодів	0,82
12	Вихід стандартних коренеплодів	Вихід нестандартних коренеплодів	0,75
		Урожайність	0,70
		Маса коренеплоду	0,90
		Урожайність	0,75

Кореляційні зв'язки дають можливість проводити добори за аналізом у насінні біохімічних речовин в лабораторних умовах. Так, на насінниках другого року з висаджуванням коренеплодів можливим є проведення добору рослин за аналізом насіння за кореляційною залежністю, де встановлено, що за вмістом сухої речовини у ньому збільшення її призводить до збільшення загального цукру, його схожості, енергії проростання, маси коренеплоду, 1000 штук насінин, виходу стандартних коренеплодів. Слід зазначити, що вміст загального цукру складається з моноцукрів і сахарози, які тісно пов'язані з сухою речовиною.

Отже, враховуючи кореляційні зв'язки між сухою речовиною та якістю і продуктивністю коренеплодів і насіння слід проводити спрямований добір рослин, які гарантовано можуть бути використані відразу для створення ліній і сортів з комплексом корисних продуктивних ознак без проведення додаткових аналізів та випробування у поколіннях, а відразу проводити оцінку у контрольному, конкурсному розсаднику. Таким чином за доббором насіння зразків у лабораторних умовах на вміст сухої речовини можливим є скорочення схеми селекційно-насінницького процесу до 8–10 років.

Позитивні результати надають кореляційні зв'язки за кількісними ознаками рослин, де також можливе проведення доборів за однією ознакою без додаткового витрачення часу на вимірювання інших.

Наприклад, збільшена висота рослин призводить до збільшення їх діаметру, більшого діаметру коренеплодів; маси коренеплоду, виходу стандартних; і нестандартних, виходу стандартних, нестандартних і збільшення урожайності.

Окрім позитивних прямих зв'язків між ознаками, скороченню селекційно-насінницького процесу сприяють негативні кореляції, які діють зворотно за умов, якщо при збільшенні однієї ознаки у іншій вони зменшуються (табл. 2). Якщо у зразка вміст сухої речовини низький, то у нього буде більшим вміст вітаміну С, тому такий зразок необхідно використовувати у селекції на збільшення вмісту вітаміну С у коренеплодах.

Особливе значення у селекції моркви має ознака «ширина черешка», яка зворотно корелює зі вмістом моноцукрів і загального цукру та вітаміном С ($r = 0,55; 0,47; 0,53$). Отже, менша ширина черешка у зразків уможливорює використовувати зразок в якості вихідного матеріалу з підвищеним вмістом загального цукру і вітаміну С у коренеплодах. За низьким вмістом клітковини ($r = -0,56$) та загального цукру ($r = -0,61$) у насінні можливо проводити добір зразків для селекції на вміст β – каротину.

Якщо енергія проростання насіння у зразків низька, це вказує на підвищений вихід у них стандартних, нестандартних коренеплодів, їх маси і врожайності, аналогічну тенденцію простежили також щодо малого діаметра рослин зразка. Не ширший лист вказує на збільшену врожайність коренеплодів, тоді як довгий черешок є гарантом збільшення діаметра коренеплоду.

Виходячи з наведеного вище кореляційного аналізу, розроблено нову методику селекційного процесу. Сутність методики полягає у наступних діях: у колекційному розсаднику висіваємо насіння зразків і після отримання коренеплодів на основі кореляційних зв'язків виділяємо кращі зразки з комплексом корисних продуктивних ознак.

У польових умовах визначаємо біометричні параметри рослин і коренеплодів та врожайність. Проводимо добір рослин з найбільшими та найменшими параметрами за коефіцієнтами кореляції $r > 0,62$ та $r < -0,62$ у яких на наступний рік відбираємо насіння з найбільшими та найменшими параметрами за коефіцієнтами кореляції $r > 0,45$ та $r < -0,45$. Таким чином, отримуємо родинний матеріал першого покоління, у якого зв'язки

успадковуюються, і тим самим відпадає необхідність додаткової оцінки і доборів у поколіннях.

Таблиця 2 – Від’ємні коефіцієнти кореляцій між біохімічними, фенотиповими і продуктивними ознаками у моркві (2018–2020 рр.)

№ вар.	Досліджувана ознака	Корелююча ознака	Коефіцієнти кореляції (r)
у коренеплодах			
1.	Суша речовина	Вітамін С	- 0,52
2.	β – каротин	Моноцукри	-0,51
3.	Моноцукри	Ширина черешка	- 0,55
4.	Загальний цукор	Ширина черешка	-0,47
5.	Вітамін С	Шириною черешка Маса коренеплодів	-0,53
у насінні			
6.	β – каротин	Клітковина	- 0,56
		Загальний цукор	- 0,61
7.	Фолієва кислота	Білок (N x 6,25)	- 0,40
8.	Енергія проростання	Вихід стандартних коренеплодів	- 0,64
		Вихід нестандартних коренеплодів	- 0,50
		Масою коренеплодів	- 0,40
у рослинах			
9.	Діаметр розетки	Маса коренеплодів	-0,62
		Урожайність	-0,66
10.	Ширина листової пластинки	Урожайність	-0,52

Запропонований метод: I – скорочує кількість аналізів за рахунок кореляційних зв’язків між вмістом сухої речовини, загального цукру, сахарози, моноцукрів, β – каротину у коренеплодах моркви і насінні та вітаміну С; II – зменшення доборів поколінь на основі коефіцієнтів кореляції між біохімічними, морфологічними, продуктивними ознаками і урожайністю та витрати на проведення додаткових польових дослідів; III – отримання ліній і сортів з високим вмістом біохімічних лікувальних компонентів у сполученні з урожайністю товарних коренеплодів; IV – збільшення урожайності та якості насіння на основі кореляційних залежностей між вмістом у ньому біохімічних компонентів та його енергією проростання, схожістю і продуктивністю і розміром рослин і врожайністю. У два рази термін селекційно-насінницького процесу створення ліній і сортів сприяє стабілізації ознак та знижує витрати на 48–54 тис. грн. (табл. 3).

Таблиця 3 – Порівняльна характеристика нового та стандартного способів створення фертильних ліній і сортів моркви

Етап селекції	Термін досліджень (роки)		Вартість робіт тис. грн.	
	Стандартний метод	Новий метод	Стандартний метод	Новий метод
Вивчення зразків у колекційному розсаднику та розмноження	6	2 (адаптивні) добір на (r)	18	9
Добір і інцухтування	14-16 (7-8 поколінь)	2 (1 покоління)	42-48	3
Випробування контрольне	2	2	6	6
Конкурсне випробування	3	3	9	9
Первинне розмноження базового насіння	6	4	18	18
Базового	2	2	6	6
Всього	33-36	15	99-105	51

Запропонована методика скорочує у два рази термін селекційно-насінницького процесу створення ліній і сортів, сприяє стабілізації ознак, підвищує продуктивність коренеплодів і насіння та вміст біохімічних речовин на 25–40 %, забезпечує нормативну і сортову якість насіння та знижує витрати на 48–54 тис. грн.

Отже, прискорений спосіб добору зразків для селекції моркви, що включає вивчення і виділення з колекційних зразків джерел за комплексом адаптивних ознак дворічної рослини з наступним створенням з них лінії або сорту аутбридінговим добором декількох рослин або інцухтуванням однієї рослини у селекційному розсаднику під штучними ізоляторами, який відрізняється від традиційного тим, що скорочується селекційний процес удвічі за рахунок зменшення кількості доборів поколінь на основі встановлених коефіцієнтів кореляції між біохімічними, морфологічними, продуктивними ознаками й урожайністю.

Бібліографія

1. *Banga O.* *Daucus carota* (Umbelliferae) *Evolution of Crop Plants*. London – New York, 1979, pp. 291–293.
2. *Сечкарев Б.И.* Характеристика сімейства зонтичних *Культурная флора СССР. Корнеплодные растения*. 1972. Т. 19. С. 267–373.
3. *Горова Т. К., Яковенко К. І., Хареба В. В.* Гетерозисний ефект в селекції овочевих і баштанних культур *Вісник аграрної науки*. 2001. № 2. С. 40–42.
4. *Горова Т. К.* Ефективність методів селекції коренеплідних і зеленних овочевих культур: автореф. дис... доктора с.-г. наук. Київ, 1995. 54 с.
5. *Кравцова М. В., Андрющенко З. К., Стрельников Т. Р.* Селекция столовой моркови на продуктивность и качество. Кишинев: Штиинца, 1991. 243 с.
6. *Сазонова Л. В., Власова Э. А.* Корнеплодные растения. Ленинград: Агропромиздат, 1990. 296 с.
7. *Сучасні методи селекції овочевих і баштанних культур / [за ред. Т. К. Горової і К. І. Яковенка].* Харків: Основа, 2001. 644 с.
8. *Терновий Ю. В.* Основні напрямки в селекції моркви. *Овочівництво і баштанництво* : Міжвід. темат. наук. зб-к. Харків, 2004. Вип. 49. С. 93–98.
9. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
10. *Деревицкий Н. Ф.* Опытное дело в растениеводстве. Кишинев: Штиинца, 1962. 616 с.
11. *Тимин Н. И.* Методические особенности создания мужски стерильных и мужски фертильных линий моркови для гетерозисной селекции *Научно-технический бюллетень ВАСХНИЛ*. Ленинград, 1986. С. 19–23.
12. *Жидкова Н.И.* Некоторые вопросы методики селекции моркови на качественные признаки: автореф. дис. на соиск. уч. степени к. с.-г. н. : спец. 06.01.05 «Селекция и семеноводство». Москва : 1968. 24 с.
13. Пат. 77741 Україна, МПК (2006) А01Н 4/00, С12N 5/04. Живильне середовище для одержання соматичних ембріодів у калюсній культурі моркви *in vitro*. № 20040706346; заявл. 30.07.2004; опубл. 15.01.2007. Бюл. № 1, 2007.
14. *Сергієнко О. Ф., Ракшєєва Л. І., Горова Т. К.* Використання методів культури ізольованих тканин в селекції чоловічостерильних ліній моркви. *Селекція і насінництво*. Міжвід. тематичн. наук. збірник. Харків: Ін-т рослинництва ім. В.Я.Юр'єва УААН. 2003. Вип. 87. С. 56–63.
15. *Сергієнко О. Ф., Баштан В. Б., Горова Т. К.* Методика мікроклонування селекційних зразків моркви. Мерефа: ІОБ УААН, 2004. 12 с.
16. *Рокицкий П. Ф.* Введение в статистическую генетику. Минск : Высшая школа, 1978. 448 с.
17. *Дремлюк Г. К., Герасименко В. Ф.* Приемы анализа комбинационной способности и ЭВМ-программы для нерегулярных скрещиваний. Москва: Агропромиздат, 1991. 144 с.
18. Методи визначення якості насіння сільськогосподарських культур. 7. Методи аналізування схожості насіння ДСТУ 4138-2002. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
19. *Коломацька В. П.* Системний аналіз і комп'ютеризація в селекції рослин. *Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків*. Київ, 2007. Вип. 9. С. 238–244.
20. *Підлубенко І. М.* Джерела господарсько цінних ознак моркви за результатами оцінки вихідного матеріалу у колекційному розсаднику. *Інноваційні розробки молоді в сучасному овочівництві*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (03 жовтня 2019 р., сел. Селекційне Харківської обл.). Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. С. 101.
21. *Підлубенко І.М.* Кореляційний аналіз в селекції моркви. *Теоретичні і практичні аспекти розвитку галузі овочівництва в сучасних умовах*: матеріали III міжнародної науково-практичної конференції (23 липня 2020 р., сел. Селекційне Харківської обл.) / Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. Т. 1. С. 130–131.

ЗМІСТ

	стор.
Вступ	3
1. Ботанічна та біологічна характеристики моркви (<i>Daucus carota</i> L.)	4
2. Гетерозисна селекція моркви у сучасних умовах: досягнення, проблеми, перспективи	7
3. Джерела цінних господарських ознак моркви за результатами оцінки вихідного матеріалу в колекційному розсаднику	9
4. Методика створення фертильних ліній моркви	10
5. Селекційні розробки ІОБ НААН, рекомендовані для використання у селекційних програмах: фертильна лінія моркви Іриска	11
6. Методика прискороного створення лінійного матеріалу моркви на основі кореляційної залежності між біохімічними і господарськими ознаками	13
Бібліографія	19