

<https://doi.org/10.15407/frg2018.06.517>

УДК 631.523:575:635.132

ГЕНЕТИКО-БІОХІМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ МОРКВИ М'ЯСИСТОЇ

Т.К. ГОРОВА¹, М.М. ГАВРИЛЮК², О.М. МОГИЛЬНА¹, О.Ф. СЕРГІЄНКО¹,
І.М. ПІДЛУБЕНКО¹, К.П. ЛЕОНОВА³

¹Інститут овочівництва та багданництва Національної академії аграрних наук України

62478 Харківська обл., Харківський р-н, сел. Селекційне, вул. Інститутська, 1
e-mail: ovoch.iob@gmail.com

²Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17

³Дослідна станція тютюництва Національної академії аграрних наук України

20300 Черкаська обл., м. Умань, вул. Інтернаціональна, 4

Проаналізовано прояв генів морфотипу у вихідних батьківських компонентів зразків моркви м'ясистої. У вихідних адаптивних сортів донорів для селекції виявлено гени, що визначають форму коренеплоду (*cf*, *I-cf*) та його кінчика (*Bf*, *bf*, *I-bf*), забарвлення шкірки коренеплоду (*Wph*, *Wph*₁, *Orph*, *orph*₁) та його серцевини (*Wx*, *Vx*, *Orx*, *orx*₁). Наведено дані щодо прояву генів у гібридів F₁ від схрещування дикої і культурної моркви, проаналізовано розподіл різновидів ботанічної класифікації за їх дією. Генетично визначено батьківські компоненти, що забезпечили прояв гетерозисного ефекту нових гібридів. Генотипи розподілено за формою сегментів листка (*Lan*, *Lan*₁), забарвленням пелюсток квітки (*G*, *G*₁). Доведено ефективність використання явища цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС) у гетерозисній селекції моркви м'ясистої (ген *Spcyt M*), на основі якого розроблено пришвидшені методи селекції ліній стерильних (А), фертильних (С) і закріплювачів (В). Запропоновано вдосконалену класифікацію форм будови квітки у стерильної рослини. Створено лінійний і гібридний матеріал (стерильні лінії та закріплювачі, фертильні й гібриди F₁) з підвищеним вмістом антиоксидантних речовин.

Ключові слова: *Daucus carota* L., мутантні гени, антиоксидантні речовини, стерильність, закріплювачі ЦЧС і фертильні лінії.

Морква м'ясиста — цінна овочева культура, здатна підтримувати здоровий стан людини протягом року за використання як свіжої, так і переробленої продукції, що збагачена харчово-лікарськими компонентами, зокрема різноманітними антиоксидантними речовинами [1—4].

Відомо, що вітамін А (ретинол), β-каротин (провітамін А), вітамін В₂ (рибофлавін), аскорбінова кислота (вітамін С) і протекторні пектини, що входять до складу моркви м'ясистої, належать

до антиоксидантів. Добова потреба дорослої здорової людини у цих вітамінах — 5—6 мг. Вітамін А — це вітамін зору, захисту епітелію, формування пігментів сітківки і клітин, що вкривають слизові оболонки ока, ротової порожнини, внутрішніх органів, знижує ризик онкозахворювань.

Організм людини використовує флавоноїд β-каротин для синтезу вітаміну А, який чинить виражений антиоксидантний ефект, сприяє зниженню вмісту цезію-137 в організмі дітей, ризику розвитку онкологічних та інших захворювань, спричинюваних негативними екологічними умовами, активує функції лейкоцитів, сприяє профілактиці інфекційних і простудних захворювань, бере участь в окиснювальних процесах в організмі, регулює обмін вуглеводів, білків, жирів.

Аскорбінова кислота сприяє загоєнню ран, стимулює і поліпшує роботу усіх клітин та обмін, гальмує біохімічні процеси старіння і всмоктування заліза у кишківнику, сприяє формуванню антитіл, що забезпечують імунітет, бере участь у перенесенні кисню, синтезі колагену, підтриманні еластичності капілярів.

Протекторні пектини зв'язують у товстій кишці токсичні речовини (сполуки ртуті, свинцю, мангану та інших важких металів) і радіонукліди, утворюють з ними пектинати й пектати, які виводяться з організму. Добова норма вживання пектинових речовин для зв'язування важких металів — 5—6 г. Оптимальний їх вміст у раціоні здорової людини — 10—15 г. У коренеплодах моркви їх міститься 1,85—2,82 %.

Слід звернути увагу, що цінними харчовими продуктами з високою біологічною активністю, які необхідні хворим і здоровим людям у зимово-весняний період, крім свіжих коренеплодів є плодоовочеві консерви моркви м'якстої, які містять також мінеральні вітаміноподібні речовини, вітаміни, цукри, органічні кислоти, амінокислоти [5].

Морква м'якста (*Daucus carota* L.) належить до родини селерових (Apiaceae Lindl.), її часто використовують як засіб проти кашлю, болетамувальний, протизапальний при туберкульозі, геморої, нирковокам'яній хворобі, курячій сліпоті, при болісному сечовипусканні й нетриманні сечі, для поліпшення лактації [6, 7].

Сік моркви м'якстої як очищений, так і з м'якоттю, рекомендують вживати при авітамінозі, атеросклерозі, анемії, гіпертонії, а також при різних отруєннях. У народній медицині моркву використовують для зміцнення нервової системи, поліпшення апетиту, підвищення імунітету організму. Насіння моркви використовують як сечогінний засіб для виведення солей з організму, а сушене листя — як чай проти геморою [8, 9]. З насіння моркви м'якстої виділяють ефірну олію гераніол, яку успішно застосовують у парфумерній, косметичній, лікєро-горілчаній промисловості. Коренеплоди моркви м'якстої мають лужну реакцію, що важливо для підтримання нормальної кислотності у харчовому раціоні. Використовують їх як у свіжому, так і в силосованому вигляді для підгодовування молодняка великої рогатої худоби, що запобігає авітамінозу тварин [10].

Добором моркви м'якстої з цінними властивостями учені нашої країни понад 60 років формують генбанк джерел цієї культури з високими біохімічними і продуктивними ознаками, на основі якого створюють нові генотипи модифікуванням сучасних і традиційних

методів селекції та насінництва. Важливим є вирішення завдання збільшення вмісту і збереження в зразках моркви оздоровчо-профілактичного потенціалу антиоксидантів у продуктах харчування.

Метою нашої роботи було визначення генетико-біохімічних властивостей фертильних і стерильних ліній моркви м'ясистої.

Методика

Коренеплоди моркви м'ясистої вирощували в незахищеному ґрунті за строку сівби у другій декаді травня з поливом у борозни. Перед цим восени проводили основний обробіток ґрунту (лушення стерні, оранка, культивация МТЗ-80). Навесні здійснювали передпосівну підготовку ґрунту (боронування МТЗ-80), ділянки засівали вручну. Норму висіву насіння (5–7 кг/га) залежала від його схожості та енергії проростання на ділянці. Догляд за посівами включав міжрядний обробіток ґрунту на глибину 4–6, 6–8 і 8–10 см (МТЗ-80), а також прополювання в рядках вручну. Врожай збирали наприкінці вересня (підкопування коренеплодів, їх збирання, обрізування, сортування, закладання у сховище). Рослини вирощували згідно з чинним стандартом: Насіння моркви. Технологія вирощування. ДСТУ 4342:2004 [11, 12].

Селекційні дослідження проводили за повною схемою гетерозисної селекції на основі ЦЧС методами індивідуально-групового добору та гібридизації на селекційному полі № 27 і польових просторово ізолюваних точках.

Зразки моркви досліджено у розсадниках коренеплодів і насінників: колекційному, фертильних і стерильних ліній, гібридів F_1 та їх батьківських форм, гібридів F_{3-4} , біотехнологічних і мутантних зразків, індивідуальних доборів, розмноження сортів.

У селекції використано методи, розроблені в Інституті овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук України (ІОБ НААН України), дослідної справи в овочівництві і баштанництві (2001) [13]; методика мікроклонування селекційних зразків (2004) [14]. Вміст сухої речовини визначали методом МКХА 11-2015 [15], вітаміну С — МКХА 10-2015 [16], пектинових речовин — МКХА 08-2015 [17], фолієвої кислоти — МКХА 06-2015 [18], β -каротину — за [19].

Розсадники розмноження сортів, перспективних форм і створення гібридів F_1 рослини другого року вирощування розміщували на просторово ізолюваних ділянках. Кожен зразок і кожен гібридну комбінацію культивували на окремій польовій ділянці (2000 м) або в масиві соняшнику на відстані 35 м одна від одної. Під час масового цвітіння стерильні й фертильні рослини у зразках позначали етикетками.

Морфотип маточних і насінневих рослин описували за «Універсальним класифікатором» (1996) [20].

Результати та обговорення

Учені селекціонери ІОБ НААН України створили конкурентоспроможні сорти, занесені до Державного реєстру сортів рослин для по-

ширення в Україні: Нантська харківська, Яскрава, Шантане сквирська, Вереснева, Кримчанка, використані як донори і тестери для створення нового лінійного матеріалу та ефективних гібридів F_1 Ранок, Довіра, Чумак, Дарунок, Фермер Голд. Вони зосередили увагу на пришвидшенні селекційного процесу на основі біотехнологічних методів зі створення цитоплазматичних стерильних ліній закріплювачів стерильності, фертильних запилювачів та їх розмноження методом культури ізольованих тканин. Сьогодні селекціонери продовжують роботу з модифікації методів селекції і насінництва, спрямованих на створення адаптивного вихідного матеріалу і гібридів F_1 , стійких до біо- й абіотичних чинників та придатних для вирощування органічної антиоксидантної продукції.

Відомо, що мутантні гени, які можна ідентифікувати за морфотипом, дають змогу швидко й ефективно проводити гібридологічний аналіз і тим самим добирати зразки за модельованою ознакою [21]. Крім того, визначення мутантних генів у сортах, зареєстрованих у Державному реєстрі для поширення в Україні, дає можливість детальніше апробаційно оцінювати виробничий посів. Визначення рівня рекомбінації їх у гібридів F_1 , дії гена та його взаємодії має важливе значення для селекції на гетерозис, що є основним ефективним методом на сьогодні. Для цього треба знати фенотипні прояви мутантних генів (одного чи кількох) у генотипі й тим самим детальніше встановлювати сутність для селекційного процесу створення нового мутантного генофонду. Мутантні генотипи широко використовують у селекційних дослідженнях як джерела-донори для отримання нової зародкової плазми з підвищеним вмістом біохімічних компонентів [22].

Доведено, що мутантні гени мають високий потенціал мінливості, здатний розширити генетичну детермінацію кількісних ознак [23]. Крім того, мутантні гени маркерні. Це дає змогу легко їх ідентифікувати у період вегетації рослин і тим самим проаналізувати кілька популяцій, поліпшити генотип, прояв якого тісно пов'язаний з ґрунтово-кліматичними умовами зони, що спричинює мінливість ознак [24].

Отже, мутаційний процес і поява спонтанних мутацій є одним з основних елементів селекції, що може зумовити появу нових алелів, унаслідок добору яких можна контролювати розвиток корисних мікромутацій морфолого-біологічних ознак.

За результатами досліджень іноземних учених встановлено генний комплекс, що контролює морфологічні ознаки моркви м'ясистої — це гени забарвлення коренеплоду і серцевини, форми коренеплоду і його кінчика (табл. 1).

Ми визначили прояв цих генів у сортів-стандартів, адаптованих до зональних умов їх використання у селекційному процесі як вихідного матеріалу для створення нових генотипів.

Серед зареєстрованих у Державному реєстрі сортів рослин України більшість зразків мають оранжеве забарвлення коренеплодів (*orph*) і темно-оранжеву серцевину (*orx*, *orx₁*) (табл. 2).

Згідно з результатами наших досліджень, мутантний ген забарвлення коренеплоду (*Wph*) є лише в дикого підвиду моркви, тоді як *Yph₁* (жовтий) з'являється у гібридів від схрещування цього виду з

ГЕНЕТИКО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ТАБЛИЦЯ 1. Гени, що визначають морфологічні ознаки коренеплоду моркви м'якшої [24]

№ з/п	Позначення гена	Назва	Ознака
Форма коренеплоду			
1	<i>Cf</i>	Conical shape form	Конічна
2	<i>cf</i>	Cylindrical form	Циліндрична
3	<i>I-cf</i>	Inhibitor of cylindrical form	Циліндрична
4	Забарвлення шкірки коренеплоду		
5	<i>Wph</i>	White phloem	Біле
6	<i>Yph₁</i>	Yellow phloem	Жовте
7	<i>Orph</i> або <i>Orph₁</i>	Orange phloem	Світло-оранжеве
8	<i>orph</i> або <i>orph₁</i>	Orange phloem	Оранжеве
9	<i>orph, orph₁</i>	Orange phloem	Темно-оранжеве
Забарвлення серцевини коренеплоду			
10	<i>Wx</i>	White xylem	Біле
11	<i>Yx₁</i>	Yellow xylem	Жовте
12	<i>Orx</i> або <i>Orx₁</i>	Orange xylem	Світло-оранжеве
13	<i>orx</i> або <i>orx₁</i>	Orange	Оранжеве
14	<i>orx, orx₁</i>	Orange xylem ₁	Темно-оранжеве
15	Форма кінчика коренеплоду		
16	<i>bt</i>	Bluntly tip conical	Тупоконічна
17	<i>Bt</i>	Sharply conical	Гостроконічна
18	<i>I- > bt</i>	Inhibitor of bluntly tip conical	

культурною морквою у четвертому поколінні. Аналіз наявності генів (*Yx₁* та *orx*, або *orx₁*) у зразках генофонду довів їх повну відсутність у культурних форм і наявність у гібридів F₂ і F₃ (дика/культурна).

Визначено, що мутантний ген (*orph*) був основним S при формуванні культурного генофонду і тому з'являється у сортів і гібридів

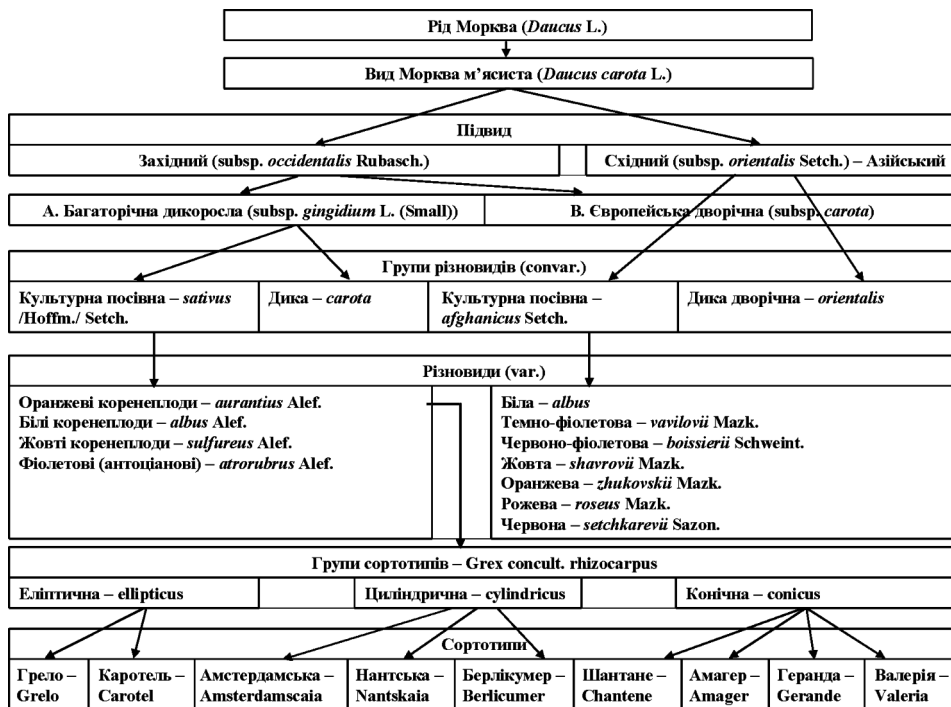
ТАБЛИЦЯ 2. Прояв генів у морфотипі коренеплодів сортів-стандартів моркви м'якшої (2000–2006, 2010–2017)

Сорт	Морфотип за коренеплодом							
	Забарвлення				Форма			
	коренеплоду		серцевини		коренеплоду		кінчика	
	оран-жеве	темно-оранжеве	оранже-ве	темно-оранжеве	конічна	циліндрична	тупо-конічна	гостроконічна
Оленка	<i>orph</i>	—	<i>orx</i>	—	<i>Cf</i>	—	<i>bt</i>	—
Яскрава	<i>orph</i>	—	—	<i>orx, orx₁</i>	—	<i>cf</i>	<i>bt</i>	—
Кримчанка	<i>orph</i>	—	—	<i>orx, orx₁</i>	<i>Cf</i>	—	—	<i>Bt</i>
Нантська харківська	<i>orph</i>	—	<i>orx</i>	—	—	<i>cf</i>	<i>bt</i>	—
Чумак F ₁	<i>orph</i>	—	—	<i>orx, orx₁</i>	—	<i>cf</i>	<i>bt</i>	—
Ранок F ₁	—	<i>orph orph₁</i>	—	<i>orx, orx₁</i>	—	<i>cf</i>	<i>bt</i>	—
Дарунок F ₁	<i>orph</i>	—	<i>orx</i>	—	<i>Cf</i>	—	—	<i>Bt</i>
Довіра F ₁	<i>orph</i>	—	<i>orx</i>	—	—	<i>cf</i>	—	<i>Bt</i>

Реєстру, окрім гібрида Ранок F₁, створеного на основі гібридизації темно-оранжевої стерильної форми російської селекції і фертильної оранжевої Нантської харківської за комплементарною їх дією.

За 50 років досліджень доведено, що у зразках моркви м'яистої з'явилися мікромутації коренеплоду через укорочення його довжини та зміну форми внаслідок недостатнього водозабезпечення. Тому для нас першочерговим завданням було виявлення генів, що контролюють коренеплід за формою. Проаналізувавши класифікацію різновидів моркви, ми звернули увагу, що різновиди моркви м'яистої групувалися за проявом мутантних генів забарвлення і форми коренеплоду (рисунок).

З рисунка видно, що за проявом генів *Orph* і *orph*, *orph*₁, *Cf* і *cf* розподілені й сортоформи. Створені генотипи, що зареєстровані в Державному реєстрі і за формою коренеплоду належать до сортоформи конічної форми (*cf*), сорти Оленка і Кримчанка та гібрид Дарунок F₁, створені на основі гібридизації: Оленка (Vertina — циліндрична/Geranda — укорочено-конічна), тоді як Дарунок F₁ (стерильна лінія російської селекції) — конічна, Нантська харківська — циліндрична. Сорт Кримчанка створений багаторазовим репродукуванням сорту НІОХ у передгірній зоні Криму, в нього з'явився ген *Cf*. Аналогічно з'явився ген (*cf*) у сорту Яскрава, створеного на базі сорту Нантська харківська (*cf*). Гібриди Ранок F₁ і Довіра F₁ створені унаслідок гібридизації ліній (*ms*) із конічною формою коренеплоду та сорту Нантська харківська — із циліндричною, де ген *cf* призупинив дію гена *Cf*. Цікавою визнано дію гена *Cf* у гібриді Чумак F₁, створе-



Ботанічна класифікація роду морква (*Daucus L.*) [10]

ному вільним запиленням стерильних рослин сорту Леандр сортом-запилювачем Вітамінна 6.

Аналізом генів, що з'являються за формою сегментів листка у сортів-стандартів, було виявлено дію генів, що зумовлюють як ланцетно-лінійну (*Lan*, *Lan*₁) так і ланцетну (*Lan*) форми. Усі зразки мали однакові гени (*G*, *G*₁) — світле забарвлення пелюсток квітки (табл. 3).

Ланцетно-лінійні гени (*Lan*, *Lan*₁) виявлено у сортах Оленка, Нантська харківська та гібридах F₁ Довіра, Чумак і Дарунок. Основою гібридизації цих гібридів є стерильна лінія російської селекції і сорт Нантська харківська з проявом генів *Lan*, *Lan*₁ у материнської форми і *Lan* у батьківської.

Згідно з результатами аналізу прояву дії генів *Lan* — ланцетна форма сегментів листка, що є рецесивною ознакою, серед вивченого генофонду його виявлено у кожного генотипу, тоді як гени *Lan*, *Lan*₁ з'являються в більшості гібридних комбінацій. У гібрида Ранок F₁ така тенденція зникла у зв'язку з тим, що стерильна російська лінія не була адаптована до місцевих умов, а материнську віднесено до аборигенів.

Аналізом генофонду за морфологічними ознаками доведено, що ознака забарвлення пелюсток квітки притаманна зразкам культурного виду за проявом генів *G*, *G*₁ окрім незначної їх появи у дикої форми та за дії низьких температур, що зумовили антоціанове забарвлення у шести зразків.

Загальновідомо, що найефективнішими методами селекції моркви м'якшої є використання явища ЦЧС, що контролюється геном

ТАБЛИЦЯ 3. Прояв генів моркви м'якшої за формою сегментів листка, забарвленням пелюсток квітки і цитоплазматичною чоловічою стерильністю сортів-стандартів (2000–2010)

Сорт-стандарт	Форма сегментів листка		Забарвлення пелюсток квітки	Цитоплазматична чоловіча стерильність
Оленка	<i>Lan</i>	<i>Lan</i> ₁	<i>G</i> , <i>G</i> ₁	—
Яскрава	—	<i>Lan</i>	<i>G</i> , <i>G</i> ₁	—
Кримчанка	—	<i>Lan</i>	<i>G</i> , <i>G</i> ₁	—
Нантська харківська	—	<i>Lan</i>	<i>G</i> , <i>G</i> ₁	—
Чумак F ₁	<i>Lan</i>	<i>Lan</i> ₁	<i>G</i> , <i>G</i> ₁	Spcyt, Ms3
Ранок F ₁	—	<i>Lan</i>	<i>G</i> , <i>G</i> ₁	Spcyt, Ms3 Ms4
Дарунок F ₁	<i>Lan</i>	<i>Lan</i> ₁	<i>G</i> , <i>G</i> ₁	Spcyt, Ms3 Ms4
Довіра F ₁	<i>Lan</i>	<i>Lan</i> ₁	<i>G</i> , <i>G</i> ₁	Spcyt, Ms3 Ms4 Ms5

Spcyt A, але потребує довготривалого періоду для доведення його у зразку до 100 % — 25—30 років за методом інцухтування у дворічній культурі [25].

Існують два типи ЦЧС: петалоїд (male sterility petaloid — *Sbcyt* + *Ms3*, *Vs4*, *Ms5*) і браун (male sterility braun — *Sbcyt* + *msl*, *Ms2*), генетична природа яких досить складна і має цитоплазматичний характер успадкування [26]. Ми встановили, що за природних умов Правобережного і Лівобережного Лісостепу трапляється до 0,5 % аналогів типу петалоїд, у якого крім цитоплазматичного контролю стерильності встановлено геномний від дії триплікатних домінантних ядерних генів, що взаємодіють за принципом полімерії. Цитоплазма рослин типу петалоїд тісно пов'язана із зеленим кольором пелюсток віночка квітки, який корелює з пізньостиглістю. Два ядерні гени зумовлюють відмінність між білим (*G*, *G*₁), який корелює з ранньостиглістю та світло-зеленим (*G* або *G*₁) і зеленим (*g*, *g*₁) кольорами, гени яких взаємодіють комплементарно. Виходячи з цього, на першому етапі досліджень ми вдосконалили шкалу класифікації за кольором і ознаками будови квітки, її розміром і формою додаткового віночка, що дає можливість удвічі пришвидшити оцінювання аналогів стерильності петалоїдного типу й розробити нові методичні підходи щодо скорочення традиційної 40-річної схеми створення трилінійних гібридів *F*₁, з обумовленим домінантним характером генної детермінації і високим ступенем такої стерильності.

Доведено, що за ознакою темно-оранжеве забарвлення коренеплоду, яку контролюють гени *orange phloem* (*orph*, *orph*₁), у чотирилінійних гібридів похідні форми мають бути інтенсивно оранжевими (*orph* або *orph*₁), оскільки світло-оранжеве забарвлення є домінуючим (*Orph* або *Orph*₁).

При створенні гібридів з ознакою ланцетно-лінійного листка, який уможливує загущення посівів, слід добирати батьківські лінії з такою ж самою формою, що є домінуючою і контролюється генами *Lanceolate* (*Lan*, *Lan*₁). Ми експериментально довели, що за формою коренеплодів успадкування у гібридів *F*₁ має проміжний характер, тоді як за малою головкою — рецесивний [27]. Цими гіпотезами ми скористались при створенні фертильних і стерильних ліній і закріплювачів стерильності.

Застосування явища ЦЧС моркви при створенні ліній і гібридів *F*₁ потребувало від іноземних і вітчизняних селекціонерів розробки нових ефективних методів отримання стерильних (А), фертильних (С) ліній і закріплювачів стерильності (В). Ми розробили низку експрес-методів добору лінійного матеріалу на основі дії теплових ударів (термотест, НВЧ, гамма-опромінювання), що дало можливість удвічі пришвидшити селекційний процес. Одним із перших методів пришвидшення селекції стало використання екологічного гетерозису, де стерильні лінії створили російські селекціонери, фертильні — українські. Ці методики покладено в основу селекційного процесу створення у 1998—2001 рр. гібридів *F*₁ Ранок, Довіра, Дарунок [11].

Величезним нашим здобутком стало розроблення способів пришвидшення селекційного процесу, створення ліній А, В, С на основі

методу культури *in vitro*, за використання якого можна отримати насіння дворічної культури за один рік і провести добори за наростанням калюсу продуктивних і ранньостиглих зразків [28, 29].

За результатами селекційної роботи розроблено «Метод створення фертильних ліній і сортів моркви», що включає відновлення фертильності у стерильних ліній і використання їх для пришвидшення селекційного процесу, який характерний тим, що як похідний матеріал використовують стерильну лінію іноземної селекції, зонально адаптовану до місцевих умов, яка здатна формувати фертильне насіння протягом трьох репродукувань без закріплювача стерильності (патент [30]).

З метою пришвидшення селекційного процесу розроблено ефективний «Спосіб створення індухт-ліній моркви», що дає нові константні батьківські лінії протягом восьми років, пришвидшує селекційний процес ліній вдвічі, запобігає втраті насінневої продуктивності через прояв самонесумісності внаслідок інбридингу, підвищує частку морфологічних змін на 26 %, забезпечує врожай насіння на два роки конкурсного випробування, знижує витрати на 57 % (патент [31]).

Для отримання стійких форм розроблено «Спосіб створення стійких проти альтернативності форм моркви у культурі *in vitro*», що скорочує тривалість утворення клітинних популяцій моркви, стійких до токсинів чорної гнилі, з 215 до 120 діб, скорочує енерговитрати, за один рік формуються стійкі проти альтернативності рослини моркви (коренеплоди), на наступний рік — їх насіння для селекційної роботи (патент [32]).

Доведено ефективність використання гібридів F_1 і сорту адаптивного для створення ліній. Удосконалено «Прискорений метод створення стерильних ліній моркви», за якого вихідною стерильною формою є гібриди F_1 , а закріплювачем стерильності — близький за морфотипом сорт. Стерильність закріплюють протягом трьох послідовних насичувальних схрещувань (патент [33]).

У результаті досліджень у культурі ізольованих тканин розроблено «Живильне середовище для одержання соматичних ембріодів у калюсній культурі моркви *in vitro*», в якому збільшується утворення соматичних ембріодів у калюсній культурі моркви, його можна застосовувати з метою мікроклонального розмноження рослин моркви для селекційних, насінницьких та науково-дослідних потреб. За використання цього способу для розмноження індивідуальних доборів створено лінії моркви з чоловічою стерильністю — Мона А, Марічка А та фертильні лінії — Мона В, Настуся (патент [34]).

Розроблений «Спосіб індукції новоутворень у культурі насіннезачатків моркви *in vitro*» для отримання калюсів та ембріодів із незапліднених насінневих зародків дає змогу отримувати дигамлоїдні фертильні і чоловічостерильні рослини за один рік, пришвидшує створення ліній на 5 років (патент [35]).

Для створення β -каротинових ліній розроблено «Прискорений спосіб добору проб для визначення β -каротину у коренеплодах моркви при отриманні насіння висококаротинових ліній і сортів»,

що підвищує продуктивність праці у 4—5 разів, забезпечує поштучне оцінювання більшої кількості селекційного матеріалу, отримання насіння висококаротинових ліній і сортів за використання для аналізу 1/3 частини коренеплоду на відстані 3 см від осевого корінця й висаджування верхньої його частини для отримання насіння (патент [36]).

З метою виготовлення органічної продукції моркви м'ясистої на першому етапі роботи ми поставили завдання виявити джерела генофонду з високим вмістом антиоксидантних речовин, які надалі за результатами апробації нових методів використали для створення фертильних С, стерильних А ліній та закріплювачів В, що передані до Національного центру генетичних ресурсів рослин України. Характеристику ліній і гібридів F₁ за біохімічним складом наведено в табл. 4.

Згідно з отриманими результатами, вміст антиоксидантних речовин у лінійному гібридному матеріалі порівняно зі стандартними зразками збільшувався.

У всіх фертильних зразках вміст сухої речовини зростав і найбільше накопичення відбувалося у зразку 4/1 I₇ чф — 17,44 %, тоді як у стандарті — 11,41 %. Найвищий вміст загального цукру (10,36 %) виявлено у зразку Овальна 1/2 P₄ (у стандарті 5,10 %), високий вміст вітаміну С (5,54 мг/100 г) — у зразку Сластьона-1 I₁чф, найбільше β-каротину — у ліній 1/5 I₇ чф (24,03), Корисна I₅ чф (28,11 мг/100 г).

Вміст нітратів у фертильних зразках не перевищував гранично допустимого рівня. Аналогічну картину спостерігали й у ліній А і В (табл. 5).

ТАБЛИЦЯ 4. Вміст корисних біохімічних речовин у коренеплодах зразків моркви м'ясистої із розсадника фертильних ліній С (усереднено за 2016—2017)

Номер у каталозі	Зразок	Суша речовина, %	Загальний цукор, %	Вітамін С, мг/100 г	β-Каротин, мг/100 г	Нітрати, мг/кг
st	Шантане сквирська	11,41	5,10	3,98	12,06	252,0
9271	Сластьона-1 I ₁ чф	12,16	6,75	5,54	19,45	97,70
9293	1/5 I ₇ чф	15,38	7,94	4,74	24,03	30,40
9323	Овальна-1 P ₄	17,30	9,98	5,27	17,41	29,40
9301	Овальна-2 P ₄	15,36	7,65	4,88	18,73	63,80
9324	Овальна 1/1 P ₄	15,24	8,76	4,56	17,51	35,30
9325	Овальна 1/2 P ₄	16,58	10,36	5,14	18,12	25,50
9326	Овальна 1/3 P ₄	16,50	8,99	4,88	17,71	105,80
9327	Овальна 1/4 P ₄	12,90	6,93	4,88	12,41	31,20
9306	Корисна I ₅ чф	14,38	8,35	4,48	28,11	151,00
9188	4/1 I ₇ чф	17,44	9,30	4,48	23,12	23,90
	НІР _{0,5}	1,87	1,33	0,85	1,47	23,42

ГЕНЕТИКО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ТАБЛИЦЯ 5. Вміст корисних біохімічних речовин у коренеплодах зразків моркви м'якстої із розсадника стерильних ліній А, В (усереднено за 2016–2017)

Номер у каталозі	Зразок	Суша речовина, %	Загальний цукор, %	Вітамін С, мг/100 г	β-Каротин, мг/100 г	Нітрати, мг/кг
st	Шантане сквирська	16,40	8,89	3,78	15,17	21,70
9192	Мрія А ВС ₄	15,92	8,22	3,95	22,30	26,90
9189	Мрія В І ₄	15,84	8,61	3,95	20,98	13,30
9322	ВС ₃ (ВС ₄ чс/Нант. харк. 36 І ₄) пет	17,20	8,89	5,54	37,49	12,80
9313	Мрія В І ₄	14,64	7,71	3,69	15,67	93,40
9316	Мона В І ₅ чф	17,32	9,34	5,67	23,22	27,90
9335	Краплинка Р ₇ чф	14,78	7,65	4,48	20,98	195,00
9273А	ВС ₁ (Мрія А/4/5 І ₅) пет	16,16	7,65	4,22	23,22	111,50
9367	Веснянка В чф	17,46	9,67	5,54	27,09	13,70
9368	Веснянка А пет	17,48	9,04	4,88	24,03	35,20
	НІР _{0,5}	1,54	1,13	0,58	1,16	2,80

Біохімічним аналізом встановлено високий вміст сухої речовини (17,48 %) у лінії Веснянка А пет. Лінія Мона В І₅ чф перевищила стандарт за вмістом загального цукру (9,34 %) і вітаміну С (5,67 мг/100 г). Найбільше β-каротину виявлено у ліній: Мона В І₅ чф (5,67 мг/100 г), ВС₃ (ВС₄ чс/Нант. харк. 36 І₄) пет та Веснянка В чф (5,54 мг/100 г). Вміст нітратів був низьким і не перевищував гранично допустимого рівня.

У гібридному розсаднику за вмістом сухої речовини перевищили стандарт (16,68 %) гібриди F₁ [ВС₂ 8224 чс/3364 І₁)-3 чс/4/1 І₆] —

ТАБЛИЦЯ 6. Вміст корисних біохімічних речовин у коренеплодах зразків моркви м'якстої із гібридного розсадника (усереднено за 2016–2017)

Номер у каталозі	Зразок	Суша речовина, %	Загальний цукор, %	Вітамін С, мг/100 г	β-Каротин, мг/100 г	Нітрати, мг/кг
9195	Атлет F ₁ st	17,30	9,85	4,74	21,79	13,70
9216	F ₁ [ВС ₂ (8224 чс/3364 І ₁)-3 чс/4/1 І ₆]	21,20	8,75	5,40	17,92	28,60
9218	F ₁ [ВС ₂ (8224 чс/3364 І ₁)-1 чс/4/1 І ₆]	16,74	8,75	5,54	29,13	12,20
9280	F ₁ (F ₂ 9142 пет/F ₂ 9141)	17,56	8,67	5,34	24,21	24,50
9221	F ₂ (Веснянка А/Нант. харк. 36 І ₄) пет	15,50	9,67	4,22	24,85	28,00
9288	F ₂ Краплинка/Вереснева чф	18,64	10,03	5,54	25,05	42,20
9281	F ₃ (ВС ₁ /Яскрава 8209/2/1 І ₃) чф	17,26	8,87	5,74	23,79	49,50
9307	F ₄ (8227 бр/[Оленка/Яскрава]) чф	15,66	9,85	4,61	25,87	57,20
	НІР _{0,5}	1,24	1,12	0,38	1,15	2,50

21,20 %, Атлет F_1 — 17,30, F_1 [BC₂ (8224 чс/3364 I₁)-1 чс/4/1 I₆] — 16,74, F_1 (F₂ 9142 пет/F₂ 9141) — 17,56 % (табл. 6).

Найвищий вміст загального цукру — 9,85 % — був у гібрида Атлет F_1 . За вмістом вітаміну С (4,53 мг/100 г) ліпшим виявився зразок к. 9218 — 5,54 мг/100 г, за вмістом β-каротину (17,67 мг/100 г) — к. 9195 — 21,79; к. 9280 — 24,21; к. 9218 — 29,13 мг/100 г. У гібридному розсаднику F₂ за біохімічним складом виділено зразок F₂ (Краплинка/Вереснева) чф — 18,64 %, який перевищував стандарт за вмістом сухої речовини (16,68 %). За вмістом загального цукру перевищували стандарт (8,51 %) зразки — к. 9221 — 9,67 %, к. 9288 — 10,03 %. Вміст нітратів був не вищим за ГДК. За вмістом вітаміну С (стандарт 4,53 мг/100 г) виділено зразок к. 9288 — 5,54 мг/100 г, за вмістом β-каротину (стандарт 17,67 мг/100 г) — зразки к. 9221, к. 9288.

Таким чином, за результатами наших досліджень для пришвидшення терміну створення ліній моркви м'якшої для гетерозисної селекції у вихідних адаптивних сортів донорів визначено гени забарвлення шкірки коренеплоду (*Wph*, *Wph*₁, *Orph*, *orph*₁) та його серцевини (*Wx*, *Vx*, *Orx*, *orx*₁), форми коренеплоду (*cf*, *I-cf*) та його кінчика (*Bf*, *bf*, *I-bf*). Встановлено прояв генів моркви м'якшої за формою сегментів листка (*Lan*, *Lan*₁), забарвленням пелюсток квітки (*G*, *G*₁) і ЦЧС сортів-стандартів. Удосконалено класифікацію форм будови квітки стерильних рослин моркви типу петалоїд. Розроблено сім способів пришвидшення селекційного процесу, які апробовані при створенні ліній А, В, С і гібридів F_1 . Визначено лінійний і гібридний матеріал зі збільшеним вмістом корисних речовин у коренеплодах моркви м'якшої в розсаднику фертильних ліній (С), стерильних ліній (А, В) та гібридів F_1 .

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Лукьянчиков М.С., Кривцов А. Ф., Хачатурян Э.Е. Исследование новых антиоксидантов для производства пищевых продуктов. *Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья*. 1998. № 1. С. 30—38.
2. Ивашин Д.С., Катина З.Ф. Справочник по заготовкам лекарственных растений. Киев: Урожай, 1986. 280 с.
3. Ермаков И.П., Матвеева Н.Н. Регуляция начальных этапов эмбриогенеза у высших растений. *Физиология растений*. 1994. **41**, № 3. С. 467—477.
4. Харченко М.С., Сила В.І., Володарський Л.І. Лікарські рослини і їх застосування в народній медицині. Київ: Здоров'я, 1971. 336 с.
5. Марх А.Т. Биохимия консервированных плодов и овощей. Москва: Пищевая пром-сть, 1973. 122 с.
6. Горова Т.К. Дослідження кореляційних залежностей між біохімічними ознаками та морфотипом моркви. *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2011. Вип. 11. С. 218—223.
7. Горова Т.К., Черкасова В.К. Заморожена морква — джерело вітамінів та поживних речовин. *Овочівництво і баштанництво*. 2012. Вип. 58. С. 115—120.
8. Агапов С.П. Столовые корнеплоды. Москва: Сельхозгиз, 1956. 303 с.
9. Сечкарев Б.И. Характеристика семейства зонтичных. *Культурная флора СССР: Корнеплодные растения*. Ленинград, 1972. Т. 19. С. 267—378.
10. Сазонова Л.В., Власова З.А. Корнеплодные растения: морковь, сельдерей, петрушка, пастернак, редис, репка. Ленинград: Агропромиздат, 1990. С. 72—83.
11. Сучасні методи селекції овочевих і баштанних культур: Горова Т.К., Яковенко І.І. (ред.). Харків, 2001. 641 с.

12. ДСТУ 4342–2004. Насіння моркви. Технологія вирощування. Київ, 2005. 14 с.
13. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві: Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. (ред.). Харків: Основа, 2001. 369 с.
14. Сергієнко О.Ф. Методика мікроклонування селекційних зразків моркви. Мерефа: ІОБ НААН, 2004. 12 с.
15. ДСТУ 7804:2015. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання сухих речовин або вологи. Київ, 2015. 19 с.
16. ДСТУ 7803:2015. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання вітаміну С. Київ, 2015. 24 с.
17. Метод визначення пектинових речовин МКХА 08—2015. Могильна О.М., Горова Т.К., Сайко О.Ю., Черкасова В.К., Михайлин В.І., Хареба О.В. Харків: Плеяда, 2015. 8 с.
18. Овочі. Метод визначення фолієвої кислоти МКХА 06—2015: Могильна О.М., Горова Т.К., Сайко О.Ю., Черкасова В.К., Михайлин В.І., Хареба О.В., Куц О.В., Парамонова Т.В. Харків: Плеяда, 2015. 9 с.
19. Овочі. Метод визначення β-каротину МКХА 13—2015. Могильна О.М., Горова Т.К., Сайко О.Ю., Черкасова В.К., Михайлин В.І., Хареба О.В., Куц О.В., Парамонова Т.В. Харків: Плеяда, 2015. 8 с.
20. Горова Т.К. Класифікатор видів овочевих культур: Буряк звичайний коренеплідний — *Beta vulgaris* L.; Морква м'ясиста — *Daucus carota* L.; Селера пахуча — *Arium graveolens* L.; Петрушка кучерява — *Petrosaellinum crispum* (Mill) Nym; Пастернак посівний — *Pastinaca sativa* L.; Редька, редиска — *Raphanus sativus* L.; Салат посівний — *Lactuca sativa* L. Харків, Вінниця; КВНТІП, 1996. 85 с.
21. Куземенский А.В. Селекционно-генетические исследования мутантных форм томата. Харьков, 2004. 392 с.
22. Андрищенко В.К. Методы повышения эффективности селекционной работы с культурой помидоров. *Овочівництво і баштанництво*. 1997. Вип. 42. С. 37–48.
23. Беляев Д.К., Евсиков В.И., Шумный В.К. Генетико-селекционные аспекты проблемы моногибридного гетерозиса. *Генетика*. 1968. 4, № 12. С. 47–54.
24. Гаевская Е.И., Буренин В.И. Доноры селекционно-важных признаков овощных и бахчевых культур. *Труды по прикл. ботанике, генетике. и селекции*. 1999. 157. С. 127–133.
25. Боос Г.В., Бадина Г.В., Буренин В.И. Гетерозис овощных культур. Ленинград: Агропромиздат, 1990. 223 с.
26. Тимин Н.И., Мохов А.И. Исследование ЦМС моркови с целью получения гетерозисных гибридов. Москва, 1976. С. 118–123.
27. Кривец Д.О., Горвая Т.К. Экологическая изменчивость урожайности у стерильных линий моркови. *Современные проблемы растениеводства и селекции*: Материалы междунар. конф. Санкт-Петербург, 1996. С. 1–3.
28. Бутенко Р.Г. Клеточные технологии в сельскохозяйственном процессе. *Состояние и перспективы развития сельскохозяйственной биотехнологии*: Труды Всесоюз. конф. Ленинград, 1986. С. 29–38.
29. Сергієнко О.Ф., Баштан В.Б., Горова Т.К. Методика мікроклонування селекційних зразків моркви. Мерефа: ІОБ НААН, 2004. 12 с.
30. Метод створення фертильних ліній і сортів моркви: пат. № 44426 Україна; заявл. 12.10.2009. Опубл. 12.10.2009.
31. Спосіб створення інцухт-ліній моркви: пат. 79709 Україна. МПК А01С 1/00. Опубл. 25.04.2013.
32. Спосіб створення стійких до альтернاریозу форм моркви у культурі *in vitro*: пат. 91923 Україна. МПК А01С 1/00; заявл. 14.01.2014. Опубл. 25.07.2014.
33. Прискорений метод створення стерильних ліній моркви: пат. 100990 Україна. МПК А01G 1/00; заявл. 22.12.2014. Опубл. 25.08.2015.
34. Живильне середовище для одержання соматичних ембріодів у калосній культурі моркви *in vitro*: пат. 77741 Україна. МПК А01Н 4/00, С12N 5/04; заявл. 30.07.2004. Опубл. 15.01.2007.
35. Спосіб індукції новоутворень у культурі насіннезачатків моркви *in vitro*: пат. 30285 Україна. МПК А01Н 1/04, С12N 5/00; заявл. 03.09.2007. Опубл. 25.02.2008.

36. Прискорений спосіб добору проб для визначення β-каротину у коренеплодах моркви при отриманні насіння висококаротинових ліній і сортів: пат. 26709 Україна. МПК А01С 1/00. Опубл. 10.10.2007.

Отримано 13.09.2018

REFERENCES

1. Lukyanchikov, M.S., Krivtsov, A.F. & Khachatryan, E.Ye. (1998). Research of new antioxidants for the production of food products. Storage and processing of agricultural raw materials, No. 1, pp. 30-38 [in Russian].
2. Ivashin, D.S. & Katina, Z.F. (1986). Enchiridion of harvesting medicinal plants. Kyiv: Urojay [in Russian].
3. Ermakov, I.P. & Matveeva, N.N. (1994). Regulation of the initial stages of embryogenesis in higher plants. Fiziol. rast. 41. No. 3, pp. 467-477 [in Russian].
4. Kharchenko, M.S., Strength, V.I. & Volodarsky, L.I. (1971). Medicinal plants and their use in medicine. Kyiv: Urojay [in Ukrainian].
5. Marh, A.T. (1973). Biochemistry of canned fruits and vegetables. Moscow: Food Industry [in Russian].
6. Gorova, T.K. (2011). Investigation of the correlation between biochemical characteristics and morphotype of carrots. Bulletin of the Center of Scientific Supply of APV of the Kharkiv Region, Iss. 11, pp. 218-223 [in Ukrainian].
7. Gorova, T.K. & Cherkasova, V.K. (2012). Frozen carrots — a source of vitamins and nutrients. Vegetable and melon cultures. Kharkiv, Iss. 58, pp. 115-120 [in Ukrainian].
8. Agapov, S.P. (1956). Edible roots. Moscow: Sel'khozgiz [in Russian].
9. Sechkarev, B.I. (1972). Characteristics of the Apiaceae family. Cultural flora of the USSR: Root plants. Vol. 19. Leningrad, pp. 267-378 [in Russian].
10. Sazonova, L.V. & Vlasova, Z.A. (1970). Root plants: carrots, celery, parsley, parsnips, radishes, radish. Leningrad: Agropromizdat [in Russian].
11. Gorova, T.K. & Yakovenko, I.I. (Eds.) (2001). Modern methods of selection of vegetable and melon cultures. Kharkiv [in Ukrainian].
12. DSTU 4342-2004. (2005). Seeds of carrot. Growing technology. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine (National Standard of Ukraine).
13. Bondarenko, G.I. & Yakovenko, K.I. (Eds.) (2001). Method of research in Vegetables and Melons. Kharkiv: Osnova [in Ukrainian].
14. Sergienko, O.F. (2004). Method of microcloning of selection samples of carrots. Merefа: IOB NAAN, 12 p. [in Ukrainian].
15. DSTU 7803: 2015. Fruit and Vegetable Processing Products. Methods for determining dry matter and moisture. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine [in Ukrainian].
16. DSTU 7803: 2015. Fruit and Vegetable Processing Products. Methods for determining vitamin C. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine [in Ukrainian].
17. Vegetables. (2015). Method for determination of pectin substances. Method of quantitative chemical analysis 08–2015. Mogilnaya, O.M., Horova, T.K., Saiko, O.Yu., Cherkasova, V.K., Mikhailin, V.I. & Hareba, O.V. [in Ukrainian].
18. Vegetables. (2015). Method of determination of folic acid. Method of quantitative chemical analysis 06–2015. Mohylna, O.M., Horova, T.K., Saiko, O.Yu., Cherkasova, V.K., Mikhailin, V.I., Khareba, O.V., Kuts, O.V. & Paramonova, T.V. [in Ukrainian].
19. Vegetables. (2015). Method of determination of β-carotene. Method of quantitative chemical analysis 13–2015, developers: Mohylna, O.M., Horova, T.K., Saiko, O.Yu., Cherkasova, V.K., Mikhailin, V.I., Khareba, O.V., Kuts, O.V. & Paramonova, T.V. [in Ukrainian].
20. Gorova, T.K. (1996). Classifier of types of vegetable cultures: Beetroot — *Beta vulgaris* L.; Carrot — *Daucus carota* L.; Selera fragrant — *Apium graveolens* L.; Parsley Curly — *Petroselinum crispum* (Mill) Nym; Parsnip — *Pastinasa sativa* L.; Radish, radish — *Raphanus sativus* L.; Salad dressing — *Lactuca sativa* L. Kharkiv, Vinnitsa: KVNTIP [in Ukrainian].
21. Kuzemensky, A.V. (2004). Selection-genetic studies of mutant forms of tomato. Kharkiv [in Russian].

22. Andryushchenko, V.K. (1997). Methods of increasing the efficiency of breeding work with the culture of tomatoes. Vegetable and soybean. Kharkiv, Iss.42, pp. 37-48 [in Russian].
23. Belyaev, D.K., Evsikov, V.I. & Shumny, V.K. (1968). Genetic-selective aspects of the problem of mono-hybrid heterosis. Genetics, 4, No. 12, pp. 47-54 [in Russian].
24. Gaevskaya, E.I. & Burenin, V.I. (1999). Donors of selection-important signs of vegetable and melon crops. Tr. for example boat. gene. and selection, Iss. 157, pp. 127-133 [in Russian].
25. Boos, G.V., Badina, G.V. & Burenin, V.I. (1990). Heterosis of vegetable crops. Leningrad: Agropromizdat [in Russian].
26. Timin, N.I. & Mokhov, A.I. (1976). Investigation of CMC carrots with the aim of obtaining heterotic hybrids. Moscow, pp. 118-123 [in Russian].
27. Krivets, D.O. & Gorovaya, T.K. (1996). Ecological variability of yield in sterile carrot lines. Modern problems of plant growing and breeding: Materials of the international conference. St. Petersburg, pp. 1-3 [in Russian].
28. Butenko, R.G. (1986). Cell technologies in the agricultural process. State and prospects of development of agricultural biotechnology. Proceedings of the All-Union Conference. Leningrad, pp. 29-38 [in Russian].
29. Sergienko, O.F., Bashtan, V.B. & Horova, T.K. (2004). Method of microcloning of selection samples of carrots. Merefa: IOB NAAS [in Ukrainian].
30. Pat. 44426 UA. IPC (2009) Method of creating fertile lines and varieties of carrots. Declared 12.10.2009, Publ. 12.10.2009 [in Ukrainian].
31. Pat. 79709 UA. IPC (2013) A01C 1/00. Method of creating incubator-lines of carrots: patent for utility model. Publ. 25.04.2013 [in Ukrainian].
32. Pat. 91923 UA. IPC (2014.01) 1/00 A01S. Method for the creation resistant to *Alternaria* forms of carrots in culture in vitro. Declared 24.01.2014, Publ. 25.07.2014 [in Ukrainian].
33. Pat. 100990 UA. IPC (2015.01) A01G 1/00. Accelerated method for the creation of sterile carrot lines. Declared 22.12.2014, Publ. 25.08.2015 [in Ukrainian].
34. Pat. 77741 UA. IPC (2006) A01N 4/00, C12N 5/04. Nutrient medium for the production of somatic embryos in the carrot callus culture in vitro. Declared 30.07.2004, Publ. 15.01.2007 [in Ukrainian].
35. Pat. 30285 UA. IPC (2006) A01N 1/04, C12N 5/00. Methods of induction of tumors in culture of seed of carrot in vitro. Declared 03.09.2007, Publ. 25.02.2008 [in Ukrainian].
36. Pat. 26709 UA. IPC (2007). Accelerated sampling method for determination of β -carotene in roots of carrots in the production of seeds of high-carotene lines and varieties. Publ. 10.10.2007 [in Ukrainian].

Received 13.09.2018

ГЕНЕТИКО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА МОРКОВИ МЯСИСТОЙ

Т.К. Горовая¹, Н.Н. Гаврилюк², Е.Н. Могильная¹, О.Ф. Сергиенко¹, И.М. Подлубенко¹, К.П. Леонова³

¹Институт овощеводства и бахчеводства Национальной академии аграрных наук Украины, пос. Селекционное

²Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины, Киев

³Опытная станция табаководства Национальной академии аграрных наук Украины, Умань

Проанализировано проявление генов морфотипа у выходных родительских компонентов образцов моркови мясистой. У исходных адаптивных сортов доноров для селекции выявлены гены, определяющие форму корнеплода (*cf*, *I-cf*) и его кончика (*Bf*, *bf*, *I-bf*), расцветку кожицы корнеплода (*Wph*, *Wph₁*, *Orph*, *orph₁*) и его сердцевины (*Wx*,

Vx, *Orx*, *orx₁*). Приведены данные относительно проявления генов у гибридов F₁ от скрещивания дикой и культурной моркови, проанализировано распределение разновидностей ботанической классификации по их действию. Генетически определены родительские компоненты, обеспечившие проявление гетерозисного эффекта новых гибридов. Генотипы распределены по форме сегментов листа (*Lan*, *Lan₁*), расцветке лепестков цветка (*G*, *G₁*). Доказана эффективность использования явления цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) в гетерозисной селекции моркови мясистой (ген *Spcyt M*), на основе которого разработаны ускоренные методы селекции линий стерильных (А), фертильных (С) и закрепителей (В). Предложена усовершенствованная классификация форм строения цветка у стерильного растения. Создан линейный и гибридный материал (стерильные линии и закрепители, фертильные и гибриды F₁) с повышенным содержанием антиоксидантных веществ.

Ключевые слова: *Daucus carota* L., мутантные гены, антиоксидантные вещества, стерильность, закрепители ЦМС и фертильные линии.

GENETIC-BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE PULPY CARROTS BREEDING MATERIAL

T.K. Gorova¹, M.M. Gavrilyuk², O.M. Mogylna¹, O.F. Sergienko¹, I.M. Pidlubenko¹, K.P. Leonova³

¹Institute of Vegetable and Melons, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
1 Institutskaya St., vil. Selektsiyne, Kharkiv district, 62478, Kharkiv region, Ukraine

²Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine
31/17 Vasylkivska St., Kyiv, 03022, Ukraine

³Research Station for Tobacco, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
4 International St., Uman, 20300, Cherkasy region, Ukraine

The manifestation of morphotype genes in the parent samples of pulpy carrot samples was analyzed. It has been established that in the source adaptive varieties donors for breeding, there are genes that determine the shape of the root (*cf*, *I-sf*), the coloration of the root rind (*Wph*, *Wph₁*, *Orph*, *orph₁*), the core (*Wx*, *Vx*, *Orx*, *orx₁*) and the tip of the root of (*Bf*, *bf*, *I-bf*). The article presents the material on the manifestation of genes in F₁ hybrids from the interbreeding of wild and cultured carrots and analyzed the distribution of varieties of botanical classification by their effect. Genetically determined parent components, which ensured the manifestation of the heterozosis effect of new hybrids. The distribution of genotypes in the form of leaf segments (*Lan*, *Lan₁*), flower petals (*G*, *G₁*) was performed. The efficiency of the use of the phenomenon of CMS in heteroseous breeding of carrots (*Spcyt M* gene) has been proved, on the basis of which the acceleration of breeding methods for creating of sterile (A), fertile (C) and fixing (B) lines has been developed. An improved classification of flower structure forms in a sterile plant was developed. Linear and hybrid material (sterile and fixing lines, fertile and F₁ hybrids) has been created with the increased content of antioxidant substances.

Key words: *Daucus carota* L., mutant genes, antioxidant substances, sterile, CMS fixing and fertile lines.