

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ РОСЛИННИЦТВА ІМ. В.Я. ЮР'ЄВА

ХАРИТОНЕНКО НАТАЛІЯ СЕРГІЇВНА

УДК 633.11:631.527:575

МІНЛИВІСТЬ ВМІСТУ І ЗАКОНОМІРНОСТІ УСПАДКУВАННЯ ВІТАМІНУ
Е (ІЗОМЕРІВ ТОКОФЕРОЛІВ) У ЛІНІЯХ ТА ІНБРЕДНИХ ПОКОЛІННЯХ
СОНЯШНИКУ

06.01.05 – селекція і насінництво

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата
сільськогосподарських наук

Харків – 2020

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН упродовж 2013-2018 рр.

Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік НААН,
заслужений діяч науки і техніки України
Кириченко Віктор Васильович
Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН,
директор інституту

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
Черчель Владислав Юрійович,
Інститут зернових культур НААН,
директор інституту

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Криворученко Роман Володимирович
Харківський національний аграрний
університет ім. В.В. Докучаєва,
доцент кафедри генетики, селекції та насінництва

Захист відбудеться « 21 » квітня 2020 року о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.366.01 при Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН за адресою 61060, м. Харків, пр. Московський, 142, тел. (098) 949-45-24, e-mail:yuriev1908@gmail.com

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, за адресою 61060, м. Харків, пр. Московський, 142.

Автореферат розіслано « 19 » березня 2020 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради

Ю.Є. Огурцов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Селекція соняшнику на якість рослинної продукції перебуває на етапі активного розвитку. Це спричинено вимогами харчової, переробної промисловості та потребами населення у здоровому харчуванні. Харчові продукти, створені на основі рослинних олій, піддаються процесам термічної обробки під дією високих температур. Тому олія, яка використовується для приготування їжі, повинна бути термостабільною. Дія високих температур на нестійкі до термічних обробок олій може спричинити виникнення ряду негативних хімічних процесів, шкідливих для здоров'я людини.

Стійкість олій, в тому числі соняшникової, до процесів хімічної деградації визначається рядом факторів. Основними з них є ступінь насичення, який характеризується присутністю насичених жирних кислот в профілі та наявністю антиоксидантів, головним чином відповідних токоферолів в олії.

Хімічна природа токоферолів, а саме можливість проникати в олію під час процесу екстракції, визначає їх подвійну антиоксидантну здатність. В природі існує 4 ізомери токоферолів, які володіють *in vitro* та *in vivo* антиоксидантним ефектом. З одного боку, вони захищають соняшкову олію та продукти харчування, створені на її основі, від окислення. З іншого боку, це біологічно активні сполуки з важливим антиоксидантним ефектом *in vivo*, тобто безпосередньо в живій клітині.

Звичайна соняшнікова олія має в своєму складі більше 90 % α токоферолу, частка інших ізомерів складає близько 5 % від загальної суми. Актуальним є створення генетично покращених ліній соняшнику з підвищеним вмістом β , γ та δ ізомерів токоферолів. За даними літературних джерел соняшнікова олія зі зміненим профілем токоферолів у бік збільшення β , γ або δ ізомерів більш стійка до окислення, ніж та, що має в своєму складі підвищений вміст α ізомеру токоферолу.

Вивчення генетичного контролю даної ознаки російськими дослідниками (Демурін Я.Н., Перетягіна Т.М., Єфіменко С.Г) та іспанськими вченими (Velasco L., Fernandez-Martinez) дозволило ідентифікувати гени, які зумовлюють підвищений вміст різних ізомерів токоферолів. Завдяки цьому стало можливим створення соняшнику різних напрямів використання з підвищеною стійкістю олії до окислення.

Але на теперішній час в Україні недостатньо вивчено питання вмісту ізомерів токоферолів у насінні, відсутня класифікація ліній та гібридів соняшнику за вмістом різних ізомерів токоферолів та їх сумарною кількістю. Для селекції соняшнику на якість необхідні нові лінії зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів у поєднанні з іншими цінними господарськими ознаками. Тому наші дослідження спрямовано на вирішення актуальних питань, пріоритетність яких визначено завданнями програм наукових досліджень Національної академії аграрних наук України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження за темою дисертаційної роботи виконано особисто здобувачем в 2013-2018 рр. відповідно до завдань тематичного плану науково-дослідних робіт лабораторії селекції і генетики соняшнику та лабораторії генетики, біотехнології та якості Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН 2011-2015 рр. 12.01.00.04.Ф «Розробити теоретичні основи використання гетерозису в селекції соняшнику та ефективні методи добору ліній з високою комбінаційною здатністю за цінними господарськими і біологічними ознаками, створити гібриди, здатні формувати високоякісне насіння і олійну сировину» (номер державної реєстрації 0111U003381) та 2016-2020 рр. 15.01.00.07.П «Визначити генетичні джерела високого вмісту токоферолів соняшнику» (номер державної реєстрації 0116U001057) згідно ПНД НААН «Олійні культури. Теоретичні основи селекції сортів, ліній і гібридів олійних культур, науково-методичні засади підвищення насінневої продуктивності та технології їх виробництва»; Підпрограма 01. Теоретичні основи гетерозисної селекції, нові гібриди соняшнику, науково-методичні засади насінництва та технології його виробництва.

Мета і задачі досліджень. Метою досліджень було визначення мінливості вмісту ізомерів токоферолів у вихідному матеріалі, лініях, інбредних поколіннях соняшнику та створення нових ліній відновників фертильності пилку зі зміненим вмістом токоферолів, які пристосовані до умов вирощування східної частини Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети вирішували такі задачі:

- встановити внутрішньовидову мінливість вмісту ізомерів токоферолів в вихідному матеріалі та лініях соняшнику;
- визначити мінливість вмісту β , γ , δ ізомерів токоферолів;
- класифікувати матеріал за ознакою вмісту різних ізомерів токоферолів та їх суми у вихідному матеріалі та новостворених лініях;
- виділити кращі лінії за комплексом цінних господарських ознак та з покращеним якісним складом за рахунок підвищення вмісту β , γ та δ ізомерів токоферолів;
- визначити ступінь гетерозису за ознакою вмісту різних ізомерів токоферолів та їх суми;
- установити ступінь домінантності за ознакою вмісту різних ізомерів токоферолів та їх суми;
- створити новий вихідний матеріал та лінії-відновники фертильності пилку зі зміненим профілем ізомерів токоферолів в насінні соняшнику.

Об'єкт дослідження: перерозподіл ізомерів токоферолів підвищенням β , γ або δ у насінні соняшнику в селекції на якість.

Предмет дослідження: селекційна цінність ліній зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів в поєднанні з іншими цінними господарськими ознаками.

Методи дослідження: загальнонаукові – для вибору напряму досліджень; польові – фенологічні спостереження ліній та інцухт-поколінь за

тривалістю фаз розвитку; спеціальні – біометричні вимірювання за висотою рослин, діаметром кошика, кількістю листя на рослині, облік врожайності; біохімічні – для визначення джерел високого вмісту ізомерів токоферолів, олії, білка, загальної антиоксидантної здатності, жирнокислотного складу в насінні соняшнику, лабораторні – визначення стійкості матеріалу до несправжньої борошністої роси; математично-статистичні – для обробки отриманих результатів дослідження, визначення рівня вмісту ізомерів токоферолів, рівня загальної антиоксидантної здатності, цінних господарських ознак, прояву гетерозису та успадкування за ступенем домінантності.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні важливого наукового завдання з встановлення мінливості вмісту і закономірностей успадкування вітаміну Е (ізомерів токоферолів) у лініях, мутантах та інбредних поколіннях соняшнику.

Уперше в Україні досліджено мінливість вмісту різних ізомерів токоферолів та їх суми. На основі цього вихідний матеріал та новостворені лінії розподілено на класи за ознакою вмісту різних ізомерів токоферолів та їх суми.

Установлено особливості виділеного нового селекційного матеріалу – інцухт-ліній зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів у поєднанні з іншими цінними господарськими ознаками.

Установлено особливості характеру успадкування за ступенем домінантності та ефекту гетерозису за вмістом ізомерів токоферолів.

Уперше в Україні створено нові лінії відновників-фертильності пилку зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів у поєднанні з цінними господарськими ознаками, що сприяло поповненню селекційних програм новим матеріалом для створення в подальшому гібридів соняшнику.

Практичне значення отриманих результатів. На основі проведених упродовж 2013-2017 рр. досліджень виділено 10 ліній-відновників фертильності пилку із зміненим вмістом ізомерів токоферолів у поєднанні з іншими цінними господарськими ознаками (X177В, X1711В, X1712В, X1716В, X1717В, X1719В, X1725В, X1729В, X1738В, X1747В), які зареєстровано в НЦГРРУ, що поповнило банк генетичних ресурсів рослин (Свідоцтва про реєстрацію № 1938-1946).

Сформовано і видано каталог вихідного матеріалу для селекції соняшнику на якість, в якому наведено характеристику 10 ліній-відновників фертильності пилку зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів у поєднанні з іншими цінними господарськими ознаками.

Особистий внесок здобувача. Дослідження за темою дисертаційної роботи проведено автором особисто. Здобувачем опрацьовано, проаналізовано та узагальнено світову літературу за темою дисертаційної роботи, проведено дослідження, аналізи та оцінки, в співавторстві створено нові лінії зі зміненим вмістом ізомерів токоферолу. Частка здобувача в наукових працях, надрукованих у співавторстві, складає 15 % – 75 % та включає виконання експериментальних досліджень, аналіз та узагальнення

одержаних наукових результатів. Частка авторства в створенні 10 ліній із зміненим вмістом ізомерів токоферолу складає 40 %.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи заслухано та обговорено на засіданнях селекційної секції вченої ради Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН у 2013-2015 рр., а також апробовано на науково-практичних конференціях: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції 24-25 червня 2014 р. «Стійкість соняшнику до біо- ті абіотичних чинників» (м. Харків, 2014 р.), VII Міжнародна конференція 8-9 жовтня 2014 р. «Масложировая отрасль: Технологии и рынок» (Київ, 2014), Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції 22-23 квітня 2015 р. «Генофонд рослин і його використання в сучасній селекції» присвячена пам'яті професора Н.М. Чекаліна (м. Полтава, 2015 р.), Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием 24-26 ноября 2016 г. «Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее» посвященной 100-летию со Дня рождения селекционера, ученого и педагога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Щелоковой Зои Ивановны (Белгород, 2016 р.), Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції 23-24 жовтня 2017 р. «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» (м. Харків, 2017 р.), Міжнародна наукова і інтернет-конференція 16 листопада 2017 р. «Сучасні напрями селекції, технології вирощування та переробки олійних культур» (м. Запоріжжя, 2017 р.), Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції 25-26 жовтня 2018 р. «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» (м. Харків, 2018 р.), Міжнародна наукова і інтернет-конференція 14 травня 2019 «Олійні культури: інновації та перспективи» (м. Запоріжжя, 2019 р.), Міжнародна наукова конференція 3-5 липня 2019 р. «Підвищення ефективності селекції та рослинництва в сучасних умовах» присвячена 140-річчя від дня народження видатного вченого селекціонера-рослинника академіка В.Я. Юр'єва (м. Харків, 2019 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 15 наукових праць, у тому числі чотири статті у фахових наукових виданнях України, одна стаття в зарубіжному науковому виданні, дев'ять тез доповідей наукових конференцій та одна стаття в науково-практичному збірнику. Видано один каталог ліній-аналогів зі зміненим вмістом ізомерів токоферолу, окрім того отримано дев'ять свідоцтв про реєстрацію в НЦГРРУ ліній соняшнику.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація за структурою має анотацію (українською та англійською мовами), містить вступ, шість розділів, висновки, практичні рекомендації для селекції, список використаних джерел у кількості 203 найменувань, з них 79 латиницею, додатків 10. Дисертацію викладено на 155 сторінках комп'ютерного набору, в тому числі основного тексту 126 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

СЕЛЕКЦІЯ ЛІНІЙ ТА ІНБРЕДНИХ ПОКОЛІНЬ СОНЯШНИКУ НА ЗМІНУ ВМІСТУ ІЗОМЕРІВ ТОКОФЕРОЛІВ У ПОЄДНАННІ З ІНШИМИ ЦІННИМИ ГОСПОДАРСЬКИМИ ОЗНАКАМИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Результати попередніх досліджень та аналіз сучасного стану селекції на підвищення вмісту β , γ , δ ізомерів токоферолів у насінні соняшнику визначили питання, які ще не достатньо вивчено. Виходячи з цього виникає необхідність проведення нових досліджень щодо визначення генетичного різноманіття вихідного матеріалу за вмістом ізомерів токоферолів їх сумарної кількості та створення нових ліній відновників фертильності пилку зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів у поєднанні з іншими цінними господарськими ознаками та які пристосовані до умов вирощування східної частини Лісостепу України. Це свідчить про актуальність теми досліджень та вирішення важливих питань в селекції соняшнику на якість.

УМОВИ, МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Полюві дослідження проводили в 2013-2018 рр. на дослідних полях наукової сівозміни Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Дослідні поля розташовано в Лісостеповій південній зоні східної частини Лісостепу на відстані 15 км від міста Харків.

Лабораторні та біохімічні дослідження проводили в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН у лабораторії селекції та генетики соняшнику та лабораторії генетики, біотехнології і якості.

Ґрунт відноситься до слабовилугованого важкосуглинистого пилуватого чорнозему на пилувато-суглинистому карбонатному лесі. В орному шарі вміст гумусу коливається від 5,46 % до 7,28 %. Профіль вирізняється високою гігроскопічністю на рівні 8–10 %. Агрохімічні показники ґрунту становлять, що рН сольової витяжки 5,8, гідролітична кислотність – 3,29 мг-екв. на 100 г ґрунту, сума поглинутих основ – 3,74 мг-екв. на 100 г ґрунту. Ґрунтовий профіль дослідних полів наукової сівозміни Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН в орному шарі має такі запаси поживних речовин: низький вміст азоту – 134 мг/кг, який може бути використаний на 80–100 %, середній вміст фосфору – 97 мг/кг, що використовується на 10–20 % та високий вміст калію – 133 мг/кг, який споживається рослиною в межах 40–60 % .

Клімат зони помірно-континентальний. У роки проведення досліджень спостерігалось нерівномірність випадання опадів та підвищення середньодобових температур у літні місяці.

Матеріал для досліджень. Як вихідний матеріал для дослідження вмісту ізомерів токоферолів та їх сумарної кількості в насінні соняшнику використали лінії робочої колекції лабораторії селекції та генетики соняшнику, отримані лінії з ВНДІОК ім. В.С. Пустовойта (м. Краснодар), інбредні покоління, які було створено індивідуальним доббором, та нові лінії-відновники фертильності пилку із зміненим вмістом ізомерів токоферолів.

Методика досліджень. Зразки висівали на двохрядковій ділянці площею 9,8 м². Отримане гібридне насіння висівали по 100 шт. в рядку. Ширина міжрядь становила 70 см, відстань між рослинами 25 см.

Аналіз вмісту та складу ізомерів токоферолів здійснювали методом високоефективної рідинної хроматографії (згідно Національного стандарту визначення вмісту вітаміну Е) на хроматографічній системі Smartline фірми “Knauer” з використанням колонки Eurospher II – 5 – Si 250 × 4 у варіанті прямофазного розділення, рухома фаза – 0,5 % розчин ізопропілового спирту у н-гексані. Загальну антиоксидантну активність спиртових екстрактів насіння соняшнику визначали за Arabshahi-Deloue S., Urooj A. спектрофотометричним методом тест-системи з використанням реактиву DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazylradical) (стабільний радикал), як стандарт використовували хлорогенову кислоту. Вміст олії в насінні соняшнику визначали ваговим методом після екстракції олії за допомогою екстрактору Соксклета. Вміст білка в насінні визначали титрометричним методом К’ельдаля. Жирнокислотний склад олії визначали на газовому хроматографі «Селміхром 1» за модифікованою методикою Пейскера. Стійкість зразків соняшнику до несправжньої борошністої роси визначали в лабораторних умовах з використання експрес-методу.

РІЗНОМАНІТТЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ В СЕЛЕКЦІЇ СОНЯШНИКУ НА ВМІСТ ІЗОМЕРІВ ТОКОФЕРОЛІВ

Вміст ізомерів токоферолів та їх суми в насінні соняшнику, класифікація селекційного матеріалу. За результатами аналізу близько 1000 зразків встановлено вміст токоферолів в насінні соняшнику, представлено чотирма ізомерами (α , β , γ , δ) (табл.1).

Таблиця 1 – Класифікація за вмістом ізомерів токоферолів та їх суми

№ класу	Назва класу	Інтервали меж вмісту ізомерів токоферолів, мг%				
		α	β	γ	δ	Σ
1	Дуже високий вміст (ДВ)	вище 56,79	вище 57,34	вище 34,58	вище 17,15	вище 84,81
2	Високий вміст (ВВ)	56,78-42,85	57,33-43,00	34,57-25,93	17,14-12,86	84,80-64,15
3	Підвищений вміст (ПВ)	42,84-28,91	42,99-28,66	25,92-17,28	12,85-8,57	64,14-43,49
4	Середній вміст (СВ)	28,90-14,97	28,65-14,32	17,27-8,63	8,56-4,28	43,48-22,83
5	Низький вміст (НВ)	14,96-1,02	14,31-0,004	8,62-0,004	4,27-0,004	22,82-2,17
6	Дуже низький вміст (ДНВ)	до 1,01	до 0,003	до 0,003	до 0,003	до 2,16

На основі проведених досліджень вперше класифіковано селекційний матеріал та розподілено на класи за вмістом кожного окремого ізомеру токоферолу та їх сумарної кількості.

Розроблена класифікація може використовуватися в селекції на мінливість вмісту ізомерів токоферолів для класифікації ліній, селекційного матеріалу, товарного насіння з високим, середнім та низьким проявом ознаки, а також для класифікації олій з підвищеним вмістом β , γ або δ токоферолу, що в свою чергу забезпечить визначення напряму використання такої продукції.

Розподіл інбредних-поколінь соняшнику за вмістом ізомерів токоферолу та їх суми на класи. В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН протягом шести років (2013-2018 рр.) проаналізовано значну кількість зразків (близько 1000). Для класифікації вивченого матеріалу інбредні-покоління розподілено на класи.

За вмістом α ізомеру токоферолів другий клас склав 0,44 %. На частку третього класу припало 29,54 %. Четвертий клас зайняв 8,31 %. Та найбільший відсоток був у п'ятого класу – 61,71 %.

У 2018 році (I_5) було виділено зразок з максимальним вмістом β ізомеру – 57,34 мг%, що відповідає першому класу за класифікацією. Це склало 0,22 % від загальної кількості. Два зразки віднесено до третього класу, що склало 0,44 %. Дещо більшу кількість включає в себе четвертий клас – 35 зразків, які складають 7,66 %. Чисельність п'ятого класу є найбільшою – 375 зразків, це складає 82,06 %. До шостого класу віднесено 44 зразки, тобто 9,63 % (рис. 1).

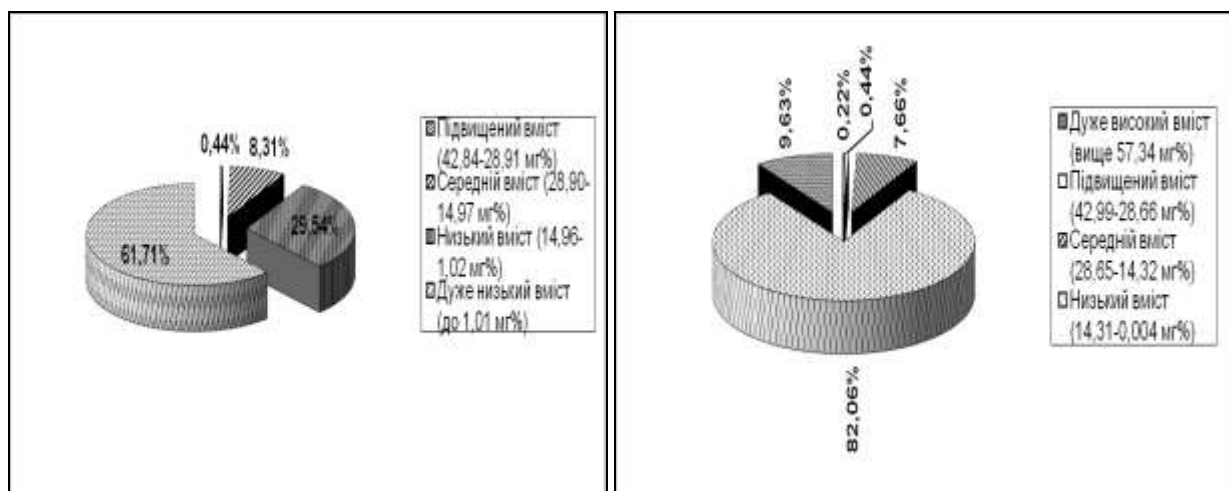


Рисунок 1 – Розподіл на класи за вмістом α (зліва) і β (справа) ізомерів токоферолів в інбредних-поколіннях (2014-2018 рр.)

За вмістом γ ізомеру токоферолу три зразки, які склали 0,65 %, віднесено до другого класу. Третій клас склав 5,25 %, тобто 24 зразки. Кількість четвертого класу – 59 зразків, що зайняло 12,91 %.

Найчисельніший був п'ятий клас – 262 зразки, який зайняв більшу половину від загальної кількості – 57,33 %. Майже в половину менший був шостий клас – 107 зразків, тобто 23,41 %. За вмістом δ ізомеру токоферолу до першого класу віднесено один зразок, що склало 0,22 %. П'ять зразків характеризувались значенням ознаки, що відповідала другому класу – 1,09 %. Четвертий клас зайняв 5,03 %, тобто 23 зразка. Кількість зразків у третьому класі була 19, які зайняли 4,16 %. П'ятий та шостий класи були найбільш чисельними – 134 та 275 зразків, які займають 29,32 % та 60,18 % відповідно (рис.2).

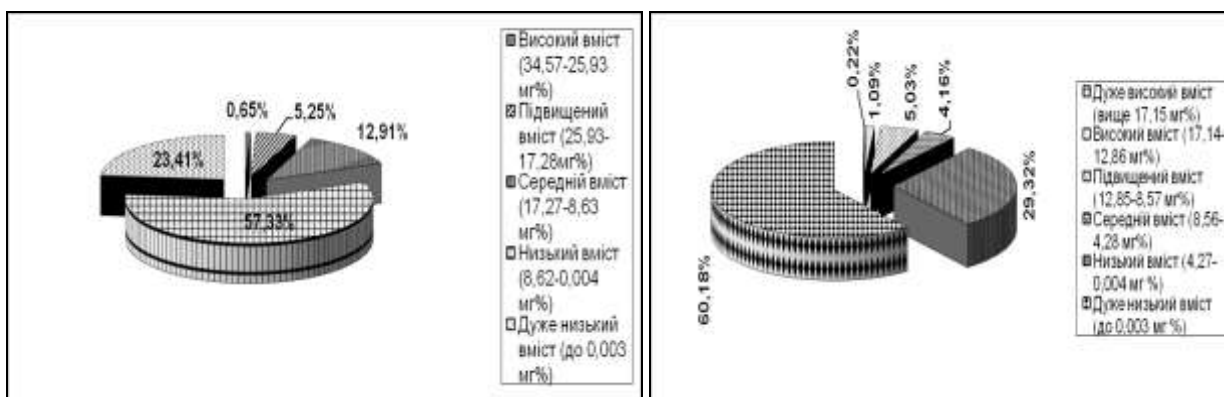


Рисунок 2 – Розподіл на класи за вмістом γ (зліва) і δ (справа) ізомерів токоферолів в інбредних-поколіннях (2014-2018 рр.).

За вмістом сумарної кількості ізомерів токоферолів до першого класу віднесено один зразок, що склало 0,22 %. У другому класі виділено три зразки, що склало 0,66 %. Третій клас нараховує 23 зразка, які займають 5,03 %. Другим за чисельністю є четвертий клас, який нараховує 182 зразка, що складає 39,87 %, але найбільш чисельним виявився п'ятий клас – 248 зразків, що становить 54,27 % (рис. 3).

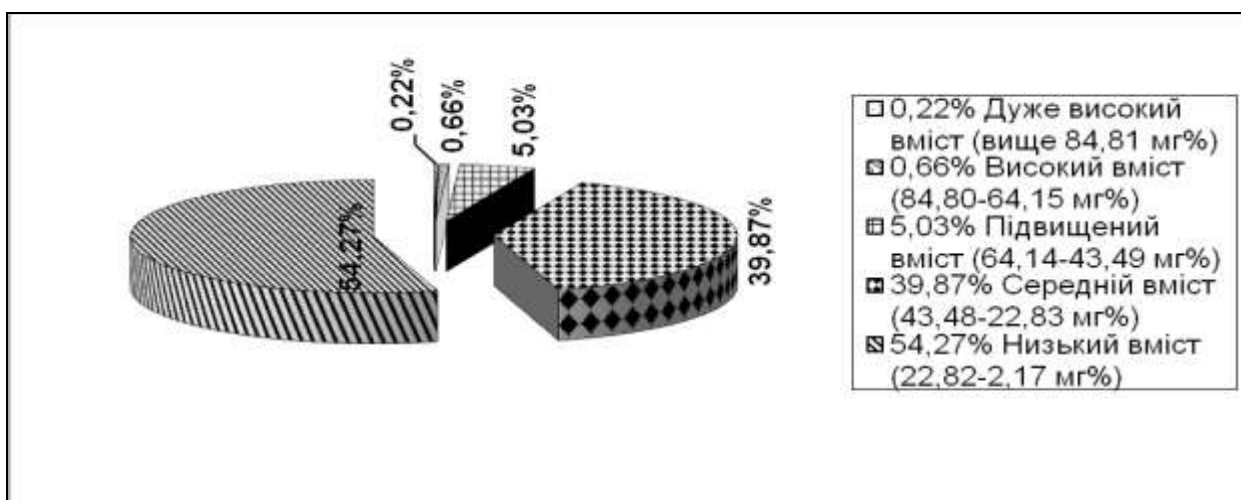


Рисунок 3 – Розподіл на класи за вмістом суми ізомерів токоферолів в інбредних-поколіннях (2014-2018 рр.).

ОЦІНКА ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ЗА КОРИСНИМИ ГОСПОДАРСЬКИМИ ОЗНАКАМИ ТА ВМІСТОМ ІЗОМЕРІВ ТОКОФЕРОЛІВ

Характеристика ліній-мутантів соняшнику зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів за морфологічними та цінними господарськими ознаками. В 2013 році в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН розпочато роботу з вивчення ліній соняшнику на вміст ізомерів токоферолу та створення нових ліній-відновників фертильності пилку із зміненим їх вмістом за допомогою традиційних методів селекції. Для вирішення даного завдання, як вихідний матеріал використали лінії-мутанти, отримані із ВНДІОК ім. В.С. Пустовойта (V_k-L-1, V_k-L-2, V_k-L-4, V_k-L-5, V_k-L-6, V_k-L-7, V_k-L-8). Лінії серії V_k-L характеризувалися ранніми строками цвітіння та низькою польовою схожістю насіння. Протягом 2013-2015 років проводили визначення насінневої продуктивності ліній зі зміненим вмістом ізомерів токоферолу, які показали що вони є низькопродуктивними. Так, найвищий показник продуктивності – 37,99 г/рослину (V_k-L-2), дещо нижчий у ліній V_k-L-1 та V_k-L-8 – 25,45 г/рослину та 24,74 г/рослину. Найнижча продуктивність у ліній V_k-L-4 та V_k-L-7 – 19,08 г/рослину та 16,32 г/рослину. Визначення стійкості ліній-мутантів у лабораторних умовах до несправжньої борошністої роси показало, що матеріал нестійкий до збудника даної хвороби.

Характеристика ліній-мутантів соняшнику та ліній IP ім. В.Я. Юр'єва НААН за вмістом ізомерів токоферолів та їх суми. Отримане насіння ліній V_k-L визначали на вміст ізомерів токоферолів в лабораторії генетики, біотехнології та якості IP ім. В.Я. Юр'єва НААН (табл. 2). За результатами аналізу лінія V_k-L-1 є цінним джерелом γ токоферолу, вміст якого – 6,10 мг %, та δ токоферолу – 13,30 мг %, що становить майже 25 % та 54 % від загальної суми ізомерів, яка складає 24,37 мг %. Лінія V_k-L-2, при сумі ізомерів токоферолів 27,32 мг %, має в своєму складі α токоферолу - 20,68 мг %, що складає майже 76 % від частки інших ізомерів, 0,87 мг % β токоферолу, що становить майже 4 %, вміст γ токоферолу 3,54 мг %, тобто майже 13 %, на частку δ токоферолу припадає майже 8 %, тобто 2,24 мг %. Максимальний вміст ізомерів токоферолів у лінії V_k-L-4 – 32,47 мг %, при цьому вміст β токоферолу – 15 мг % це майже 47 % від загального вмісту і є максимальним значенням серед ліній серії V_k-L. Лінії V_k-L-5 та V_k-L-6 – типові представники соняшнику звичайного типу з високим вмістом α токоферолу (90-99 %). Лінія V_k-L-7 є цінним джерелом β токоферолу – 11,57 мг % при загальній сумі ізомерів 22,54 мг %, що складає майже 51 %. Загальний вміст ізомерів токоферолів у лінії V_k-L-8 – 19,55 мг %, з яких β токоферолу – 8,51 мг %, тобто близько 44 % (табл. 2).

При створенні ліній із зміненим вмістом ізомерів токоферолів батьківським компонентом гібридів були лінії селекції лабораторії селекції і генетики соняшнику IP ім. В.Я. Юр'єва.

Таблиця 2 – Вміст ізомерів токоферолів у насінні соняшнику ліній, отриманих із ВНДІОК ім. В.С. Пустовойта, 2013-2015 рр.

Назва лінії	Токофероли, мг%								Σ токоферолів, мг%
	α-Т		β-Т		γ-Т		δ-Т		
	мг%	% від Σ	мг%	% від Σ	мг%	% від Σ	мг%	% від Σ	
Vk-L-1	3,21	14,60	1,75	7,61	6,10	24,51	13,30	53,27	24,37
Vk-L-2	20,68	75,82	0,87	3,18	3,54	12,95	2,24	8,06	27,32
Vk-L-4	16,91	52,35	15,00	46,17	0,40	1,04	0,15	0,44	32,47
Vk-L-5	26,39	96,03	1,05	3,31	0,14	0,46	0,07	0,22	27,65
Vk-L-6	17,78	97,03	0,28	1,49	0,28	1,49	0,003	0,01	18,34
Vk-L-7	10,20	45,38	11,57	50,67	0,13	0,63	0,65	3,32	22,54
Vk-L-8	10,67	54,71	8,51	43,22	0,09	0,53	0,28	1,55	19,55

Найвищий вміст α токоферолу був у трьох ліній: X1334В, X720В та X279В – 21,70 мг %, 28,75 мг % та 10,06 мг %, що становить 98 %, 97 % та 96 % відповідно від загального вмісту ізомерів.

Максимальний вміст β токоферолу був в одній лінії X736 В – 6,15 мг % (майже 18 % від суми всіх ізомерів). Найнижчий вміст у двох ліній X279В та X1334В – 0,27 мг % та 0,28 мг % відповідно. Рівень γ токоферолу у ліній IP ім. В.Я. Юр'єва НААН варіював у межах від 1,61 до 0,18. Три лінії X736В, X114В та X134В мали найбільший вміст δ токоферолу – 0,31 мг %, 0,19 мг % та 0,14 мг % відповідно (табл. 3).

Таблиця 3 – Вміст ізомерів токоферолів у насінні соняшнику ліній IP ім. В.Я. Юр'єва НААН, 2013-2015 рр.

Назва лінії	Токофероли, мг%								Σ токоферолів, мг%
	α-Т		β-Т		γ-Т		δ-Т		
	мг%	% від Σ	мг%	% від Σ	мг%	% від Σ	мг%	% від Σ	
X114В	8,90	87,85	0,58	6,34	0,26	3,13	0,19	2,66	9,94
X1334В	21,70	98,01	0,28	0,97	0,18	0,75	0,08	0,26	22,24
X134В	26,70	93,47	1,14	3,99	0,53	2,12	0,14	0,41	28,52
X135В	14,31	94,31	0,97	4,23	0,18	1,01	0,05	0,43	15,05
X720В	28,75	97,02	0,61	1,93	0,29	0,80	0,09	0,25	29,74
X279В	10,06	96,27	0,27	2,12	0,20	1,59	0,00	0,00	10,54
X736В	13,45	74,96	6,15	17,31	1,61	6,57	0,31	1,15	18,47

Характеристика ліній-мутантів соняшнику за показниками якості насіння. Вмісту олії в насінні соняшнику найвищим був у однієї лінії (Vk-L-7) – 32,87 %, а чотири лінії: Vk-L-1, Vk-L-2, Vk-L-4, Vk-L-8 характеризувалися приблизно однаковим вмістом – 29,60 %, 29,06 %, 29,07 %, 29,55 % відповідно. Такі дані свідчать про те, що ці лінії не є цінним джерелом за ознакою рівня вмісту олії в насінні. Аналіз жирнокислотного складу ліній соняшнику серії Vk-L дозволив виявити дві лінії – Vk-L-4 та Vk-L-8, які мали в своєму складі підвищений вміст олеїнової кислоти (83,30 % та 86,79 %). Та одну лінію Vk-L-2 з вмістом олеїнової кислоти – 41,62 % і лінолевої – 46,96 %. Решта ліній (Vk-L-1, Vk-L-5, Vk-L-6, Vk-L-7) мали приблизно однаковий рівень олеїнової кислоти (30,60 %, 34,73 %, 30,12 %, 34,16 %) відповідно. За вмістом білка в насінні соняшнику ліній серії Vk-L мали відмінності. Так, найвищим рівнем білка характеризувалась лінія Vk-L-8 – 28,39 %, майже на рівні з нею він був у лінії Vk-L-7 – 27,06 % та лінії Vk-L-2 (26,14 %). У ліній Vk-L-1 та Vk-L-4 був найнижчий вміст білка (23,30 % та 20,88 % відповідно).

УСПАДКУВАННЯ ВМІСТУ ІЗОМЕРІВ ТОКОФЕРОЛІВ ТА ЇХ СУМИ В НАСІННІ СОНЯШНИКУ

Характер успадкування і ступінь гетерозису за вмістом ізомерів токоферолів та їх суми в F₁ гібридах. Визначено характер успадкування вмісту ізомерів токоферолів та їх сумарної кількості в насінні гібридного покоління F₁ соняшнику отриманого на фертильній основі. В якості материнського компонента виступали лінії серії Vk-L, в якості батьківського використали лінії робочої колекції лабораторії селекції та генетики соняшнику.

За результатами розрахунків гетерозис (наддомінування) за вмістом токоферолів та їх сумарної кількості в насінні соняшнику виявлено в 17 гібридних комбінаціях F₁, зокрема: Vk-L-4 / X720B ($hp\alpha = 5,74$), ($hp\gamma = 12,4$), ($hp\delta = 242$) і ($hp\Sigma = 109,9$); Vk-L-8 / X114B ($hp\gamma = 36,08$); Vk-L-4 / X114B ($hp\alpha = 32,18$); Vk-L-7 / X1334B ($hp\gamma = 28,85$); Vk-L-4 / X135B ($hp\delta = 21,81$); Vk-L-8 / X114B ($hp\alpha = 15,47$); Vk-L-4 / X114B ($hp\delta = 14,86$); Vk-L-7 / X1334B ($hp\delta = 12,44$); Vk-L-1 / X135B ($hp\beta = 9,89$); Vk-L-4 / X135B ($hp\gamma = 7,69$); Vk-L-1 / X114B ($hp\alpha = 6,21$); Vk-L-7 / X1334B ($hp\Sigma = 4,98$); Vk-L-1 / X114B ($hp\Sigma = 3,31$); Vk-L-8 / X114B ($hp\Sigma = 2,94$); Vk-L-4 / X114B ($hp\Sigma = 2,88$); Vk-L-4 / X114B ($hp\gamma = 2,65$); Vk-L-1 / X114B ($hp\beta = 1,62$); Vk-L-7 / X1334B ($hp\alpha = 1,6$); Vk-L-7 / X1334B ($hp\alpha = 1,52$). Проміжне успадкування за вмістом β токоферолу в насінні соняшнику виявлено в трьох гібридних комбінаціях (F₁): Vk-L-4 / X114B ($hp\beta = -0,08$); Vk-L-8 / X114B ($hp\beta = -0,28$); Vk-L-4 / X135B ($hp\beta = -0,31$). Часткове від'ємне успадкування за вмістом токоферолів та їх сумарної кількості в насінні соняшнику виявлено в шести гібридних комбінаціях F₁: Vk-L-1 / X135B ($hp\delta = -0,65$); Vk-L-1 / X135B ($hp\alpha = -0,72$); Vk-L-7 / X1334B ($hp\beta = -0,72$); Vk-L-1 / X114B ($hp\gamma = -0,79$); Vk-L-4 / X135B ($hp\Sigma = -0,79$); Vk-L-1 / X114B ($hp\delta = -0,85$); Vk-L-1 / X135B

($h\rho_{\Sigma} = -0,85$). І лише в одній гібридній комбінації F_1 Vк-L-7 / X1334В виявлена депресія: ($h\rho_{\alpha} = -1,07$ та $h\rho_{\delta} = -3,29$).

За результатами розрахунків найвищий ступінь гетерозису (y %) виявлено в 26 гібридних комбінаціях F_1 : Vк-L-8 / X114В ($H_{bt\sigma} = 60$ 150 %); Vк-L-4 / X720В ($H_{bt\sigma} = 4820$ %); Vк-L-8 / X114В ($H_{bt\gamma} = 1$ 725 %); Vк-L-7 / X1334В ($H_{bt\gamma} = 1$ 363 %); Vк-L-4 / X135В ($H_{bt\sigma} = 1$ 031 %); Vк-L-4 / X114В ($H_{bt\sigma} = 687$ %); Vк-L-4 / X1334В ($H_{bt\sigma} = 687$ %); Vк-L-7 / X1334В ($H_{bt\sigma} = 563$ %); Vк-L-1 / X114В ($H_{bt\alpha} = 227$ %); Vк-L-4 / X135В ($H_{bt\gamma} = 206$ %); Vк-L-4 / X114В ($H_{bt\alpha} = 200$ %); Vк-L-4 / X720В ($H_{bt\gamma} = 143$ %); Vк-L-1 / X135В ($H_{bt\beta} = 117$ %); Vк-L-4 / X720В ($H_{bt\Sigma} = 114$ %); Vк-L-4 / X720В ($H_{bt\alpha} = 98$ %); Vк-L-1 / X114В ($H_{bt\Sigma} = 61$ %); Vк-L-4 / X1334В ($H_{bt\Sigma} = 59$ %); Vк-L-4 / X114В ($H_{bt\Sigma} = 59$ %); Vк-L-8 / X114В ($H_{bt\alpha} = 15$ %); Vк-L-4 / X1334В ($H_{bt\alpha} = 16$ %); Vк-L-4 / X114В ($H_{bt\gamma} = 40$ %); Vк-L-4 / X1334В ($H_{bt\gamma} = 40$ %); Vк-L-8/X114В ($H_{bt\Sigma} = 38$ %); Vк-L-7 / X1334В ($H_{bt\Sigma} = 34$ %); Vк-L-1 / X114В ($H_{bt\beta} = 20$ %); Vк-L-7 / X1334В ($H_{bt\alpha} = 16$ %).

Характер успадкування та ступінь гетерозису в гібридів, створених за участю ліній зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів. У 2017 році проведені схрещування між трьома лініями IP ім. В.Я. Юр'єва НААН (СД10, НС26А та Сх1002А) та чотирма лініями-аналогами зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів у поєднанні з іншими цінними господарськими ознаками (X177В, X1711В, X1712В, X1717В). У результаті схрещувань у 2018 році отримано насіння гібридного покоління F_1 .

За розрахунками ступеня домінантності ($h\rho$) наддомінування було в гібридній комбінації НС26А/X177В за показником вмісту α токоферолу – 1,39 та сумарної кількості всіх ізомерів – 2,38.

Частково позитивне домінування було в комбінації СД10А/X1712В лише за вмістом α токоферолу – 0,93.

Проміжне успадкування ідентифіковано в НС26А/X1711В також за вмістом α токоферолу – 0,11, частково негативне – в комбінаціях СД10А/X1711В – за вмістом γ ізомера (-0,99), НС26А/X1711В – за вмістом α (-1,00), β (-0,01) та Σ (-0,29), Сх1002А/X1717В – за вмістом α (-0,56) та γ (-0,5), НС26А/X177В – за вмістом γ (-0,83), Сх1002А/X177В – за вмістом α (-0,18), γ (-0,87) та Σ (-0,72), Сх1002А/X1711В – за вмістом γ (-0,89).

Депресію виявлено у СД10А/X1712В - β (-1,15), γ (-1,04) та Σ (-8,28), СД10А/X1711В - α (-2,29), β (-2,89) та Σ (-4,09), НС26А/X177В β (-2,47), Сх1002А/X1717В - Σ (-2,01), Сх1002А/X1711В - α (-3,03), β (-3,89) та Σ (-17,57). Вміст δ ізомеру токоферолу в даних гібридних комбінаціях не було ідентифіковано.

Визначення ступеня гетерозису в гібридних комбінаціях насіння соняшнику F_1 дозволило виявити найвищий результат у комбінації НС26А/X177В за вмістом Σ (17 %) та α ізомеру токоферолу (14 %). В інших гібридних комбінаціях за вмістом ізомерів токоферолів та їх сумарної кількості гетерозис не спостерігався.

Характер успадкування та ступінь гетерозису за вмістом ізомерів токоферолів та їх суми в гібридному поколінні F_2 . В IP НААН у 2014 році

отримано насіння гібридного покоління F_2 , яке було проаналізовано на вміст ізомерів токоферолів. За результатами аналізу розраховано характер успадкування їх в гібридних комбінаціях.

За вмістом α токоферолу в гібридній комбінації Vк-L-4 / X135В проміжне успадкування ідентифіковано в 16 та частково негативне в чотирьох рослинах соняшнику. Характер успадкування β ізомеру мав проміжний характер (дві рослини), решта (18) по типу частково негативного. Наддомінування ідентифіковано в двох кошиках за вмістом γ ізомеру токоферолу, в одному кошику – частково позитивне, решта (17) за типом депресії. За вмістом δ ізомеру токоферолу в одній рослині F_2 виявлено - наддомінування, решта рослин по типу депресії. За вмістом суми всіх ізомерів токоферолу успадкування проходило в основному по типу проміжного (14 рослин), в інших шести спостерігалось частково негативне успадкування.

За розрахунками ступеня гетерозису в гібридному поколінні F_2 за схрещування Vк-L-4 / X135В ідентифіковано дві рослини за вмістом γ токоферолу зі ступенем гетерозису 65 % та 31 %. У решти рослин гетерозис відсутній.

Згідно розрахунку характеру успадкування в гібридному поколінні F_2 гібридної комбінації Vк-L-1 / X114В виявлено інші результати. За вмістом α токоферолу в усіх рослин спостерігалось наддомінування. За вмістом β ізомеру токоферолу чотири рослини успадковували по типу наддомінування, три кошика – частково позитивне, п'ять – проміжне та одна рослина за типом частково негативного домінування.

По типу проміжного успадкування ідентифіковано 10 рослин за вмістом γ ізомеру токоферолу, в інших трьох спостерігалось частково негативне домінування. Вміст δ ізомеру токоферолу успадковувався по типу частково негативного домінування (сім рослин) та депресії (шість рослин). Частково позитивний характер успадкування визначено за вмістом сумарної кількості ізомерів токоферолів в одній рослині, всі інші - по типу проміжного.

Відповідно ступінь гетерозису ідентифіковано в усіх рослин за вмістом α токоферолу та в чотирьох рослин за вмістом β ізомеру токоферолу.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІНІЙ-ВІДНОВНИКІВ ФЕРТИЛЬНОСТІ ПІЛКУ СОНЯШНИКУ ЗІ ЗМІНЕНИМ ВМІСТОМ ІЗОМЕРІВ ТОКОФЕРОЛІВ У ПОЄДНАННІ З ЦІННИМИ ГОСПОДАРСЬКИМИ ОЗНАКАМИ

Параметри основних ознак ліній зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів. За результатами досліджень 2013-2018 років методами самозапилення та внутрішньолінійного добору нами виділено 10 ліній соняшнику зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів, в бік підвищення β , γ та δ (X177В, X1711В, X1712В, X1716В, X1717В, X1719В, X1725В, X1729В, X1738В, X1747В). На ряду із зміненим вмістом ізомерів токоферолів ці лінії характеризуються іншими цінними господарськими ознаками.

Кореляційний аналіз показників цінних господарських ознак та якості ліній-відновників фертильності пилку соняшнику із зміненим вмістом ізомерів токоферолів. Кореляційний аналіз вмісту ізомерів токоферолів та антиоксидантної активності показав достовірно негативну кореляцію між вмістом γ та β ізомерами токоферолу. Між іншими ознаками негативної чи позитивної залежності не було виявлено, що дає змогу поєднувати в одному генотипі підвищений вміст різних ізомерів токоферолів, які не будуть негативно впливати на загальну антиоксидантну активність.

Встановлення залежності між вмістом ізомерів токоферолів та антиоксидантною активністю з різними якісними показниками (вміст олії, вміст білка, вміст олеїнової та лінолевої кислот) показало, що ці ознаки між собою не корелюють, як позитивно, так і негативно.

Визначення кореляції між вмістом ізомерів токоферолів, антиоксидантною активністю та цінними господарськими ознаками (висота рослин, діаметр кошика, продуктивність, маса 1000 насінин) показало достовірно негативну кореляцію між вмістом β ізомеру токоферолу та масою 1000. Кореляції між іншими ознаками не виявлено.

Економічна ефективність вирощування соняшнику зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів. Для розрахунку економічної ефективності вирощування ліній-відновників фертильності пилку соняшнику зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів у поєднанні з іншими цінними господарськими ознаками, визначено приріст кожного окремого ізомеру токоферолів в порівнянні з батьківськими компонентами.

Для цього порівняли вміст ізомерів токоферолів створених ліній відновників фертильності пилку та їх батьківських компонентів. Знайшли різницю між середнім вмістом ізомерів токоферолів батьківських компонентів та ліній-аналогів у грамах у 100 грамах шроту.

Для визначення прибутку, який можуть принести нові створені лінії приріст помножено на середню ціну суміші токоферолів (1,65 грн./1 грамм) (табл. 4).

Таблиця 4 – Прибавка в ціні суміші ізомерів токоферолів

Лінія	α	β	γ	δ	Σ , г у 100 г шроту	грн за 1 г шроту	грн за 1 т шроту
	г у 100 г шроту						
X1711B	0,01951	-0,000410	0,00466	-0,006385	0,01738	0,02867	28668,75
X1712B	0,00502	0,010830	0,00133	-0,000825	0,01636	0,02699	26985,75
X1716B	-0,00189	0,012065	0,00032	0,000120	0,01061	0,01751	17506,50
X1717B	0,00013	0,016695	0,00027	0,000090	0,01718	0,02835	28347,00
X1719B	-0,00244	-0,000410	0,03256	-0,003035	0,02668	0,04401	44013,75
X1725B	0,01057	0,002770	0,00688	-0,000100	0,02012	0,03319	33189,75
X1729B	-0,01384	0,007285	0,00018	0,006960	0,00058	0,00096	957,00
X1738B	0,00819	0,000510	0,01159	-0,005835	0,01446	0,02385	23850,75
Сума, грн							203519,25

Отже, використання традиційних селекційних методів дає можливість створити соняшникову олію, яка стійка до окислення і економічно вигідна та екологічно безпечна в багатьох галузях промисловості.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та практичне вирішення важливого наукового завдання з визначення мінливості вмісту і закономірностей успадкування вітаміну Е (ізомерів токоферолів) у лініях та інбредних поколіннях соняшнику шляхом дослідження вмісту різних ізомерів токоферолів та їх суми в насінні соняшнику, встановлення характеру успадкування та ступеня гетерозису за ознакою вмісту ізомерів токоферолів і створення нового вихідного матеріалу для селекції соняшнику з новими якісними показниками, які забезпечують стійкість олії до окислення в поєднанні з іншими цінними господарськими ознаками, сформульовано висновки та рекомендації практичній селекції, що має важливе значення для гетерозисної селекції соняшнику на якість рослинної продукції.

1. Виявлено генетичне різноманіття вихідного матеріалу для селекції соняшнику, ліній, інбредних-поколінь за вмістом ізомерів токоферолів та їх сумарної кількості.

2. Установлено варіабельність вмісту α , γ , δ та суми всіх ізомерів токоферолів у 1000 зразках соняшнику, які використовували в дослідженнях, при цьому вміст α токоферолу був в межах 56,79 мг% – 1,01 мг%, β – 57,34 мг% – 0,004 мг%, γ – 34,58 мг% – 0,004 мг%, δ – 17,15 мг% – 0,004 мг%, сумарна кількість всіх ізомерів токоферолів коливалась – від 84,81 мг% до 2,16 мг%.

3. Розроблено шкалу класифікації вмісту ізомерів токоферолів та їх сумарної кількості в насінні соняшнику, згідно з якою матеріал розподілено на шість класів: за вмістом α токоферолу – дуже високий (вище 56,79 мг%); високий (56,78 мг% – 45,85 мг%); підвищений (42,84 мг% – 28,91 мг%); середній (28,90 мг% – 14,97 мг%); низький (14,96 мг% – 1,02 мг%); дуже низький (до 1,01 мг%), за вмістом β токоферолу – дуже високий (вище 57,34 мг%); високий (57,33 мг% – 43,00 мг%); підвищений (42,99 мг% – 28,66 мг%); середній (28,65 мг% – 14,32 мг%); низький (14,31 мг% – 0,004 мг%); дуже низький (до 0,03 мг%), за вмістом γ токоферолу – дуже високий (вище 34,58 мг%); високий (34,57 мг% – 25,93 мг%); підвищений (25,92 мг% – 17,28 мг%); середній (17,27 мг% – 8,63 мг%); низький (8,62 мг% – 0,004 мг%); дуже низький (до 0,03 мг%), за вмістом δ токоферолу – дуже високий (вище 17,15 мг%); високий (17,14 мг% – 12,86 мг%); підвищений (12,85 мг% – 8,57 мг%); середній (8,56 мг% – 4,28 мг%); низький (4,27 мг% – 0,004 мг%); дуже низький (до 0,03 мг%), за вмістом сумарної кількості всіх токоферолів – дуже високий (вище 84,81 мг%); високий (84,80 мг% – 64,15 мг%); підвищений (64,14 мг% – 43,49 мг%); середній (43,48 мг% – 22,83 мг%); низький (22,82 мг% – 2,17 мг%); дуже низький (до 2,16 мг%).

4. Визначено, що найбільшу кількість зразків соняшнику, за вмістом ізомерів токоферолів та їх сумою являє п'ятий клас: за вмістом α токоферолу – 135 шт. (14,96 мг% – 1,02 мг%), β – 375 шт. (14,31 мг% – 0,004 мг%), γ – 262 шт. (8,62 мг% – 0,004 мг%), за сумою всіх ізомерів токоферолів – 248 шт. (22,82 мг% – 2,17 мг%). І лише за вмістом δ ізомеру найчисельнішим виявився шостий клас – 275 шт. (до 0,003 мг%).

5. Встановлено вміст ізомерів токоферолів у лініях з робочої колекції лабораторії селекції та генетики соняшнику ІР НААН для яких вміст α токоферолу – 74,96 % - 98,01 %, β – 0,97 % - 13,31 %, γ – 0,75 % – 6,57 %, δ – 0,02 % – 2,66 %, суми всіх ізомерів токоферолів – 9,94 мг % – 29,74 мг %.

6. Визначено вміст ізомерів токоферолів у рослинах ліній серії V_k-L отриманих із ВНДЮК ім. В. С. Пустовойта (м. Краснодар) та інші цінні господарські ознаки. У лінії V_k-L-1 встановлено високий вміст γ 25 % та δ 54 % ураження несправжньою борошнистою россою 73,9 %, вміст олії 29,60 %, продуктивність 25,45 г/рослину, вміст білка 23,30 %; у лінії V_k-L-2 вміст γ 13 % та δ 8 %, ураження несправжньою борошнистою россою 100 %, вміст олії 29,06 %, продуктивність 37,99 г/рослину, вміст білка 26,14 %; у V_k-L-4 α 53 % та β 47 %, ураження несправжньою борошнистою россою 83,3 %, вміст олії 29,07 %, продуктивність 19,08 г/рослину, вміст білка 20,88 %; у V_k-L-7 частка α 46 % та β 51 %, ураження несправжньою борошнистою россою 93,3 %, вміст олії 32,87 %, продуктивність 16,32 г/рослину, вміст білка 27,06 %; у V_k-L-8 α 55 % та β 54 %, ураження несправжньою борошнистою россою 83,3 %, вміст олії 29,55 %, продуктивність 24,74 г/рослину, вміст білка 28,39 %. Лінії V_k-L-4 та V_k-L-8 мають в своєму складі підвищений вміст олеїнової кислоти – 83,30 % та 86,79 % відповідно.

7. Установлено наддомінування в гібридних комбінаціях F₁, отриманих за схрещування ліній на фертильній основі – V_k-L-4 / X720B, V_k-L-8 / X114B, V_k-L-4 / X114B, V_k-L-7 / X1334B за вмістом α , γ , δ та Σ , у комбінаціях V_k-L-1 / X135B, V_k-L-1 / X114B за вмістом α і β .

8. Визначено ефект гетерозису за вмістом ізомерів токоферолів та їх сумарної кількості в гібридних комбінаціях F₁: за вмістом α – V_k-L-4/ X720B, V_k-L-4 / X114B, V_k-L-7 / X1334B, V_k-L-8 / X114B, V_k-L-1 / X114B (98 %, 200 %, 16 %, 54 %, 227 % відповідно); за вмістом β – V_k-L-1 / X135B, V_k-L-1 / X114B (117 %, 20 %).

9. Установлено різні типи успадкування вмісту ізомерів токоферолів в гібридних комбінаціях F₁, отриманих на стерильній основі – рецесивний за вмістом β , γ , δ за вмістом α – домінантний.

10. Визначено достовірну залежність у лініях-аналогах між вмісту ізомерів токоферолів від інших цінних господарських ознак, яка характеризувалась негативною кореляцією між вмістом β та γ ізомерів токоферолу та β ізомером і масою 1000 насінин.

11. Установлено економічну доцільність використання ліній-відновників фертильності пилку (X1711B, X1712B, X1716B, X1717B, X1719B, X1725, X1729, X1738B) соняшнику зі зміненим вмістом ізомерів

токоферолів у поєднанні з іншими цінними господарськими ознаками, у яких прибуток становить 203 519, 25 грн.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ

Науково-дослідним установам:

– використовувати в селекційних програмах при створенні гібридів соняшнику зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів у поєднанні з цінними господарськими ознаками лінії-відновники фертильності пилку: X177В (α – 41,83 %, γ – 54,92 %), X1711В (γ – 20,93 %, сума всіх ізомерів токоферолів – 37,30 мг %), X1712В (α – 37,22 %, β – 34,83 %, γ – 12,40 %, δ – 15,55 %), X1716В (α – 50,10 %, β – 47,75 %), X1717В (α – 47,92 %, β – 50,36 %), X1719В (γ – 76,71 %), X1725 (β – 22,88 %, γ – 20,13 %), X1729 (β – 45,67 %, δ – 26,40 %), X1738В (γ – 42,86 %), X1747 (α – 47,58 %, β – 50,61 %).

Українському інституту експертизи сортів рослин, господарствам різних форм власності:

– використовувати шкалу класифікації ліній соняшнику на класи за вмістом α , β , γ та δ ізомерів токоферолу та їх сумарної кількості при оцінці селекційного матеріалу та у виробництві товарного насіння при вирощуванні гібридів із зміненим вмістом ізомерів токоферолів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових наукових виданнях України

1. Кириченко В.В., Сивенко В.И., Макляк Е.Н., Сивенко А.А., Сатаров А.З., Лебеденко Е.А., Харитоненко Н.С., Андриенко В.В., Брагин А.Н., Шишман Т.В. Результаты теоретических исследований и их применение в селекции подсолнечника. Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів. Вип. № 1. Київ, 2014. С. 113-121. (30 % авторства: отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

2. Кириченко В.В., Харитоненко Н.С. Прояв ступеня домінування вмісту токоферолів у гібридів F_1 соняшнику. Селекція і насінництво. 2017. вип. 112. С. 134-143. (70 % авторства: отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

3. Харитоненко Н.С., Кириченко В.В., Поздняков В.В., Анциферова О.В., Святченко С.І. Прояв ефекту гетерозису вмісту токоферолів у гібридів F_2 соняшнику. Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. Харків. № 22. 2017. С. 141-146. (50 % авторства: отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

4. Харитоненко Н.С., Кириченко В.В., Поздняков В.В., Анциферова О.В., Нові лінії соняшнику зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів. - Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва, Частина 1. Випуск 92. 2018 року. С. 291 - 298. (50 %

авторства: отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

Статті у наукових міжнародних виданнях

5. Харитоненко Н.С., Кириченко В.В., Поздняков В.В., Анциферова О.В., Коломацька В.П., Святченко С.І. Селекція подсолнечника на удешевлення якості масла. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018 № 3. С. 129 – 134. (70 % авторства: отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

Статті у наукових виданнях

6. Харитоненко Н.С., Кириченко В.В., Попов В.М., Супрун О.Г., Анциферова О.В., Поздняков В.В. Значення вмісту та ізомерного складу токоферолів у рослинній сировині. - Науково-практичний збірник «Посібник українського хлібороба. Вип. №2. Київ. 2014. С. 100 -102. (50 % авторства: отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

Матеріали наукових конференцій

7. Харитоненко Н.С. Вихідний матеріал соняшнику з різним вмістом ізомерів токоферолів і перспективи його використання в селекції. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. «Стійкість соняшнику до біоті абіотичних чинників». 24-25 червня 2014 р., Харків, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. 2014. С. 121-126. (70 % авторства: отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

8. Харитоненко Н.С., Кириченко В.В., Попов В.Н. Перспективи селекції подсолнечника с измененным содержанием и изомерным составом токоферолов. Матеріали VII Міжнародній конференції «Масложировая отрасль: Технологии и рынок». 8-9 жовтня 2014 р., Київ, Інститут олії та жирів. 2014. С. 40-41. (70 % авторства: отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

9. Харитоненко Н.С., Кириченко В.В., Поздняков В.В., Анциферова О.В. Селекція соняшнику на підвищення вмісту токоферолів в олії. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Генофонд рослин і його використання в сучасній селекції» присвячена пам'яті професора Н.М. Чекаліна. 22-23 квітня 2015 р., Полтава. С. 119-120. (50 % авторства: отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

10. Харитоненко Н.С., Леонова Н.Н., Поздняков В.В., Удовиченко А.Ю., Анциферова О.В., Лютенко В.С. Антиоксидантная активность линий подсолнечника кондитерского направления использования. Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее» посвященной 100-летию со Дня рождения селекционера, ученого и педагога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Щелоковой Зои Ивановны. 24-26 листопада 2016 р., Белгород. 2016. (30 % авторства: отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

11. Харитоненко Н.С., Поздняков В.В., Анциферова О.В. Створення нового вихідного матеріалу соняшнику з підвищеним вмістом вітаміну Е та його ізомерів токоферолів (β , γ , δ). Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва». 23-24 жовтня 2017 р., Харків, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. 2017. С. 356-357. (50 % авторства: отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

12. Харитоненко Н.С., Кириченко В.В., Анциферова О.В. Перспективи селекції соняшнику на якість. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільсько-господарського виробництва». 25-26 жовтня 2018 р. Харків, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. 2017. С. (50 % авторства: отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

13. Харитоненко Н.С., Кириченко В.В., Поздняков В.В., Анциферова О.В. Новий напрям в селекції соняшнику на якість продукції. Міжнародна наукова інтернет-конференція «Сучасні напрями селекції, технології вирощування та переробки олійних культур». 16 листопада 2017 р. Запоріжжя. 2017 р. (70 % авторства: отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

14. Харитоненко Н.С., Кириченко В.В., Анциферова О.В. Селекція соняшнику на якість рослинної продукції у поєднанні з іншими господарсько-цінними показниками. «Олійні культури: інновації та перспективи». 14 травня 2019. Запоріжжя. 2019 р. (70 % авторства: отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

15. Харитоненко Н.С., Анциферова О.В., Кириченко В.В. Лінії соняшнику з підвищеним вмістом β та γ токоферолів. Міжнародна наукова конференція «Підвищення ефективності селекції та рослинництва в сучасних умовах» присвяченій до 140-річчя від дня народження видатного вченого селекціонера-рослинника академіка В.Я. Юр'єва. 3-5 липня 2019 р. Харків, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. 2019. (50 % авторства: отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

АНОТАЦІЯ

Харитоненко Н.С. Мінливість вмісту і закономірності успадкування вітаміну Е (ізомерів токоферолів) в лініях та інбредних поколіннях соняшнику. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук (доктора філософії) за спеціальністю 06.01.05 – «Селекція і насінництво» (Сільськогосподарські науки). Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Харків, 2020.

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і практичне вирішення важливого наукового завдання із визначення мінливості вмісту і закономірностей успадкування вітаміну Е (ізомерів токоферолів) у лініях й інбредних поколіннях соняшнику.

Вперше в Україні встановлено варіабельність вмісту ізомерів токоферолів та їх сумарної кількості, на основі чого класифіковано вивчений матеріал.

На основі проведених досліджень у 2013-2018 рр. ідентифіковано 10 новостворених ліній зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів в поєднанні з іншими цінними господарськими ознаками, дев'ять з них зареєстровано в Національному центрі генетичних ресурсів рослин України, поповнивши тим самим банк генетичних ресурсів рослин України на які отримано свідоцтва № 1484-1493.

Сформовано каталог вихідного матеріалу для селекції соняшнику на якість, в якому наведено характеристику 10 ліній відновників фертильності пилку зі зміненим вмістом ізомерів токоферолів в поєднанні з іншими цінними господарськими ознаками, які рекомендовано для використання в селекційних програмах науково-дослідних установ НААН.

Ключові слова: *соняшник, селекція на якість, ізомери токоферолів, стійкість до окислення, антиоксидантна активність, сума токоферолів, кореляція, успадкування.*

АННОТАЦІЯ

Харитоненко Н.С. Изменчивость содержания и закономерности наследования витамина Е (изомеров токоферолов) в линиях та инбредных поколениях подсолнечника. – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук (доктора философии) по специальности 06.01.05 "Селекция и семеноводство" (Сельскохозяйственные науки). Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева, Харьков, 2020.

В диссертации приведены теоретическое обобщение и практическое решение важного научного задания по определению изменчивости содержания и закономерностей наследования витамина Е (изомеров токоферолов) в линиях та инбредных поколениях подсолнечника.

Впервые в Украине установлено вариабельность содержания изомеров токоферолов и их суммарного количества, на основе чего классифицировано изученный материал.

На основе проведенных опытов в 2013 – 2018 гг. идентифицировано 10 новых линий с измененным составом изомеров токоферолов в соединении с другими ценными хозяйственными признаками, девять из них зарегистрировано в Национальном центре генетических ресурсов растений Украины на которые получены свидетельства, пополневши тем самым банк генетических ресурсов растений Украины.

Сформировано каталог исходного материала для селекции подсолнечника на качество, в котором приведена характеристика 10 линий восстановителей фертильности пыльцы с измененным составом изомеров токоферолов в соединении с другими ценными хозяйственными признаками, которые рекомендованы для использования в селекционных программах научно-исследовательских учреждений НААН.

Ключевые слова: *подсолнечник, селекция на качество, изомеры токоферолов, устойчивость к окислению, антиоксидантная активность, сума токоферолов, корреляция, наследование.*

ANNOTATION

Kharytonenko N.S. Variability of Vitamin E (Tocopherol Isomers) Content and Inheritance Patterns in Sunflower Lines and Inbred Generations. Qualifying scientific paper, manuscript copyright

Thesis for the academic degree of Candidate of Agricultural Sciences (Doctor of Philosophy), specialty 06.01.05 - Breeding and Seed Production (Agricultural Sciences). Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuriev of NAAS, Kharkiv, 2020.

The thesis addressed an important scientific challenge to determine the variability of vitamin E (tocopherol isomers) content and inheritance patterns in lines and inbred generations and to create new starting material of sunflower with high quality parameters, which ensure oil stability against oxidation in combination with other valuable economic characteristics.

For the first time in Ukraine, the variability of the tocopherol isomer contents and their total amount was evaluated, the material under investigation was grouped on this basis. It has been divided into 6 classes. Classes 1 and 6 are the maximum and minimum values of the trait within the variation range. The very high (VH) α tocopherol content is 56,79 mg%; high content (H) — 56,78 – 42,85 mg%; increased content (I) — 42,84 – 28,91 mg%; medium content (M) — 28,90 – 14,97 mg%; low content (L) — 14,96 – 1,02 mg%; very low content (VL) — < 1,02 mg%. The VH β isomer content is 57,34 mg%; H — 57,34 – 43,00 mg%; I — 42,99 – 28,66 mg%; M — 28,65 – 14,32 mg%; L — 14,31 – 0,004 mg%; VL — < 0,004 mg%. For γ -isomer, the VH content is 34,58 mg%; H — 34,57 – 25,93 mg%; I — 25,92 – 17,28 mg%; M — 17,27 – 8,63 mg%; L — 8,62 – 0,004 mg%; VL — < 0,004 mg%. For δ tocopherol, the VH content is 17,15 mg%; H — 17,14 – 12,86 mg%; I — 12,85 – 8,57 mg%; M — 8,56 – 4,28 mg%; L — 4,27 – 0,004 mg%; VL — < 0,004 mg%. The maximum total content of tocopherol isomers is 84,81 mg% (VH); H — 84,80 – 64,15 mg%; I — 64,14 – 43,49 mg%; M — 43,48 – 22,83 mg%; L — 22,82 – 2,17 mg%; VL — < 2,17 mg%.

Lines of a working collection of the Laboratory of Sunflower Genetics and Breeding of the Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuriev of NAAS were assessed for tocopherol isomer contents and their total amount. The data show that all the lines had a α isomer content (from 74,96 % to 98,01 %) and rather low

β (from 0,97 % to 17,31 %), γ (from 0,75 % to 6,57 %) and δ (from 0 % to 2,66 %) tocopherol contents.

Determination of the tocopherol isomer contents in a series of Vk-L lines received from V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (Krasnodar) showed an increased content of γ - and δ - tocopherols in line Vk-L-1 – 24,51 % and 53,27 %, respectively, related to the total amount of tocopherol isomers. A high β -tocopherol content was detected in lines Vk-L-4, Vk-L-7 and Vk-L-8- 46,17 %, 50,67 % and 43,22 %, respectively, related to the total amount of tocopherol isomers. Among the lines studied, 2 lines (Vk-L-5 and Vk-L-6) contained 96,03 % and 97,03 % of α tocopherol.

Correlations between the contents of tocopherol isomers and other biochemical and economic valuable features were estimated.

Ten new lines with altered contents of tocopherol isomers in combination with other valuable economic features were identified, 9 of which were registered with the National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine, thus enriching the Bank of Plant Genetic Resources of Ukraine. These lines received certificates No. 1484-1493.

The catalog of starting material for sunflower breeding for quality has been compiled. It comprises characteristic of 10 lines - pollen fertility restorers with altered contents of tocopherol isomers in combination with other valuable economic features.

Keywords: *sunflower, breeding for quality, tocopherol isomers, stability against oxidation, antioxidant activity, total amount of tocopherols, correlation, inheritance.*