



# Генетика, селекція, біотехнологія

УДК 663.584.78.631.527:  
7:632.9  
© 2022

## СТРАТЕГІЯ СЕЛЕКЦІЇ СОНЯШНИКУ НА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОЛІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ

*В.В. Кириченко<sup>1</sup>, К.М. Макляк<sup>2</sup>, В.П. Коломацька<sup>3</sup>, Н.В. Кузьмишина<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН*

*<sup>2,3</sup>доктори сільськогосподарських наук*

*<sup>4</sup>кандидат сільськогосподарських наук*

*Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН*

*просп. Московський, 142, м. Харків, 61060, Україна*

*e-mail: <sup>1-3</sup>yuriev1908sunflower@gmail.com, <sup>4</sup>ncpgru@gmail.com*

*ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-3014-4387, <sup>2</sup>0000-0002-9841-2454,*

*<sup>3</sup>0000-0001-5408-4244, <sup>4</sup>0000-0001-846-1760*

Надійшла 29.04.2022

**Мета.** Дослідити успадкування селекційно-генетичних детермінантів у  $F_1$  та наступних поколіннях соняшнику, що визначають підвищений уміст жирних кислот, вітаміну Е та його складових:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -  $\sigma$ -ізомерів токоферолу в поєднанні з морфо-біологічними ознаками: умістом олії, білка, висотою рослини, продуктивністю рослини, масою 1000 насінин в умовах, різних за роками випробувань, та створити нові ізолінії на основі вискоєфективних за антиоксидантною активністю ліній-відновників фертильності пилку. **Методи.** Гібридизація в селекції соняшнику з оцінкою на лабораторному обладнанні якості олії за вмістом ізомерів токоферолів, основних жирних кислот та за антиоксидантною активністю. Насіння інбредних поколінь вирощено в умовах східної частини Лісостепу України. **Результати.** Проведено дослідження варіабельності жирних кислот, ізомерів токоферолів, антиоксидантної активності в насінні зразків генетичних ресурсів соняшнику, зокрема джерел, створених у провідних наукових центрах; робочої колекції ліній вітчизняної селекції; гібридах  $F_1$  і гібридних популяціях різного рівня інбридингу з оцінкою в лабораторних і польових умовах у різні роки, впродовж 2015–2020 рр. Оцінку рівня токоферолів сумарно й окремих ізомерів  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\sigma$  та антиоксидантної активності визначали методом рідинної хроматографії на хроматографічній системі Smartline фірми «Knauer» (Німеччина). Рівень розвитку основних цінних господарських ознак оцінювали в різні періоди онтогенезу рослин. Установлено варіабельність ізомерів токоферолів  $\alpha$  – з коливаннями 1,01–56,79 мг%;  $\beta$  – 0,004–57,84;  $\gamma$  – 0,004–34,58;  $\sigma$  – 0,004–17,15 мг%. Запропоновано класифікацію за розподілом, який використовують у доборах новостворених поколінь соняшнику та при розробці стандартів якості на вміст токоферолів в олії. Доведено, що  $\gamma$ -ізомер має най-

**більший рівень антиоксидантної активності. Це сприяє використанню олії такого типу, яка в десятки разів підвищує стійкість до окислення. Визначено показники суми ізомерів, що має значення для селекції соняшнику, та якість олії за допомогою класичних селекційно-генетичних методів. Методом інбридингу рослин, отриманих унаслідок схрещувань із донорами підвищеного вмісту токоферолів та подальшого лінійного добору, виділено нові ізолінії зі зміненим умістом, які характеризуються цінними господарськими ознаками. Новостворені лінії X1716В; X1717В; X1719В і X1729В мають сумарний уміст токоферолів на рівні 41,29 – 48,26 мг% із різним рівнем окремих ізомерів, що збагачує базу Національного центру генетичних ресурсів рослин України. Висновки. Ідентифіковано наявні генотипи та створено нові лінії з різним умістом ізомерів токоферолів та антиоксидантною активністю. Поліпшено показники цінних господарських ознак — висоту рослини, масу 1000 насінин, продуктивність рослини, уміст олії в насінні, уміст окремих жирних кислот, стійкість до хвороб, рівень відновлення фертильності пилку, комбінаційну здатність.**

**Ключові слова:** гібридизація, уміст токоферолів, ізомери, антиоксидантна активність, новостворені лінії.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202205-07>

Соняшник — олійна культура, яку в Україні вирощують на площі понад 6 млн га. Великий попит на соняшникову олію у світі спонукає аграріїв ряду держав щороку висівати його на значній площі. Основними імпортерами української олії є Індія, Пакистан, Туреччина, ЄС, окремі держави африканського континенту, а також Китай. Валовий обсяг виробництва у світі насіння соняшнику — 54–55 млн т, але це не задовольняє попиту населення земної кулі. Українські аграрні підприємства щороку отримують 11–16 млн т насіння соняшнику. Загалом у всьому світі вирощують гібриди лінолевого типу з переважаючим умістом  $\alpha$ -ізомеру токоферолу в олії. Це не задовольняє переробну галузь і спрямовує селекцію на підвищення якості олії в сегменті окремих жирних кислот, типу олеїнової, а також ізомерів токоферолів  $\beta$ -,  $\gamma$ - і навіть  $\sigma$ -ізомеру. Широкий спектр використання соняшникової олії, а саме: виробництво мила, фармацевтичних препаратів, лікувальної косметики, мастил, жирових розчинників синтетичного каучуку, кормів для худоби, біодизеля і звичайних продуктів харчування, заохочує селекціонерів ефективно працювати над проблематикою якості сировини [1, 2].

З моменту відкриття К.І. Солдатовим мутації підвищеного вмісту олеїнової кислоти пройшло понад півстоліття. Створені гібриди з високим умістом цієї кислоти. У Реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, зареєстровано вітчизняні гібриди, зокрема Оплот і Кадет. Проте залишаються невикористаними можливості створити нові гібриди зі зміненим складом вітаміну Е.

Біологічну активність токоферолів було досліджено на початку минулого століття. Спочатку їх розглядали як вітаміни автостерильності. Згодом було встановлено, що їх дефіцит призводить до порушень репродуктивної системи організму та захворювань окремих органів і тканин. Доведено важливість цих низькомолекулярних компонентів у антиоксидантному захисті організму людини [3, 4].

Використання природних антиоксидантів — ізомерів токоферолів, є одним із методів поліпшення якості олії. Ці сполуки являють собою групу жиророзчинних антиоксидантів, які мають істотне значення для харчових і технологічних властивостей соняшникової олії [5].

Попередні дослідження учених світу надали цінну інформацію стосовно генетичних джерел різноманіття токоферолів. Вивчення

дикорослих видів роду *Helianthus*, мутантів і гібридних поколінь із сортів-популяцій дали змогу виявити в них рецесивні алелі генів  $tph_1$  і  $tph_2$  з різною частотою [6]. На основі методу пришвидшеного створення ізогенних ліній за рецесивними ознаками нами проведено дослідження з виявлення генетичних детермінантів за участі донорів-носіїв  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\sigma$ -ізомерів на плазмі зареєстрованих ліній і комерційних гібридів Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН (ІР імені В.Я. Юр'єва НААН).

**Мета досліджень** — визначити варіабельність умісту олеїнової кислоти,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - і  $\sigma$ -ізомерів токоферолів (вітамін Е) та антиоксидантну активність у зразків генетичних ресурсів соняшнику та ліній робочої колекції лабораторії селекції та генетики соняшнику ІР імені В.Я. Юр'єва НААН, інших наукових установ, банку генетичних ресурсів рослин України, а також у новостворених мутантах, популяціях  $F_2$ – $F_1$ , інбредних поколіннях  $I_1$ – $I_4$ , створених на фертильній основі. Створити нові лінії на основі батьківських компонентів гібридів  $F_1$  соняшнику, занесених до Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні та базову колекцію ліній із різним умістом олеїнової кислоти, ізомерів токоферолів з новими цінними господарськими ознаками. Визначити рівень антиоксидантної активності, встановити кореляції між умістом ізомерів токоферолів та антиоксидантною активністю.

**Матеріали і методи досліджень.** Матеріалом для досліджень були серія неспоріднених за походженням інбредних ліній звичайного (лінолевого) соняшнику та ліній-носіїв мутацій перерозподілу жирних кислот та ізомерів токоферолів Vк-L-1, Vк-L-2, Vк-L-3, Vк-L-4, Vк-L-7, Vк-L-8, лінії X1334В; X06134В; X06135В; X114В; X720В та ізолінії зі зміненим умістом токоферолів X177В; X1711В; X1712В; X1716В; X1717В; X1719В; X1717В; X1719В; X1725В [1].

Під час виконання досліджень нами використано польові загальноприйняті методи. Лабораторні — аналіз умісту та складу токоферолів здійснювали методом високоефективної рідинної хроматографії на хроматографічній системі Smartline фірми «Knauer» (Німеччина) з використанням колонки Eurospher II-5-Si250  $\times$  4 у варіанті

прямофазного розділення. Статистичний обробіток проводили за допомогою програми Clarity Chrom (фірма Knauer). Загальну антиоксидантну активність спиртових екстрактів насіння соняшнику визначали спектрофотетичним методом тест-системи з використанням реактиву DPPH, як стандарт використовували хлорогенову кислоту. Оптичну густоту зразків визначали на спектрометрі UV-VIS 1800 за довжини хвилі 517 нм [7].

**Результати досліджень.** У сучасній селекції поліпшення якості олії здійснюється завдяки застосуванню генетичних джерел у схрещуваннях, спрямованих на підвищення вмісту гліцеридів більш насичених жирних кислот, скажімо олеїнової, а останнім часом й інших. У практичному значенні рослинні олії з підвищеним умістом насичених кислот мають підвищену стійкість до окиснення та високі технологічні властивості при застосуванні довготривалої термічної обробки [8].

Потенціал генетичної можливості щодо окремих кислот дає можливість розв'язати проблему вибору стратегії селекції на максимальну та мінімальну кількість певної жирної кислоти. Результати наших досліджень свідчать про наявність значного генетичного різноманіття за всіма жирними кислотами незалежно від екологічної мінливості. За жирнокислотним складом за 1995–2019 рр. у досліджуваному матеріалі зареєстровано таку генотипову мінливість: пальмітинової кислоти — у 5,2 раза більше за норму, стеаринової — 2,3, олеїнової — 4,7 більше, лінолевої — у 100 разів менше. Максимальний уміст пальмітинової кислоти в окремих зразків становить 41,2%, що більше, ніж у пальмовій олії. Олеїнова кислота максимум становить 96%, що більше, ніж в оливковій олії.

У результаті виконання селекційних програм на підвищення якості соняшникової олії ІР імені В.Я. Юр'єва НААН було впроваджено в агропромислове виробництво високоолеїнові гібриди соняшнику Еней, Ант, Дарій, Сайт, Гектор, Ореол, а також створено нові — Кадет, Оплот, Яскравий (табл. 1).

Дослідження, проведені за участі високоолеїнових гібридів щодо встановлення

**1. Характеристика нових гібридів соняшнику олійного типу (конкурсне випробування, середнє за 2019–2021 рр.)**

| Гібрид   | Урожайність насіння, т/га | Тривалість періоду «сходи–повна стиглість», діб | Уміст олії в насінні, % | Збір олії, кг/га | Уміст олійної кислоти, % до суми жирних кислот | Рік внесення до Державного реєстру |
|----------|---------------------------|---|-------------------------|------------------|--|------------------------------------|
| Оплот    | 3,95                      | 116   | 49,6                    | 1724             | 75,0   | 2016                               |
| Кадет    | 3,88                      | 112   | 48,8                    | 1804             | 87,1   | 2011                               |
| Яскравий | 3,94                      | 115   | 49,9                    | 1742             | 88,1   | 2022                               |

дії високих температур повітря температур на вміст жирних кислот, дали змогу розробити методи добору генетичних ресурсів для селекції в напрямі підвищення рівня вмісту олійної кислоти.

Перевищення добових температур понад оптимальних значень для росту і розвитку рослин впливає на тривалість вегетаційного періоду, що призводить до втрати врожаю [9]. В умовах змін клімату новітні розробки селекціонерів спрямовані на створення генотипів, які на фоні високих і дуже високих температур повітря не лише зберігають екологічно виправданий рівень продуктивності, а й формують продукцію високої якості [10].

На основі узагальнених літературних джерел і власних результатів досліджень дійшли висновку, що вміст жирних кислот залежить від генотипу та контрастності температур повітря, тобто їх перепаду впродовж доби [1]. Створені нами окремі гібриди олійного типу зберігають уміст олійної кислоти на високому рівні незалежно від добових перепадів температури, що дає

можливість рекомендувати їх для вирощування в різних кліматичних умовах.

Якщо проблему стабільно високого вмісту олійної кислоти можна вважати розв'язаною, то рівень вмісту ізомерів токоферолів слід доопрацювати інтрогресією генетичних детермінантів у сучасній селекційній матеріал. За даними раніше проведених досліджень встановлено, що найвищий рівень токоферолу наявний у насінні *Helianthus maximiliani*, *Helianthus praecox*, *Helianthus debilis*, *Helianthus eggertii*, *Helianthus nuttallii*. Крім того, у світі створено лінії з чітко вираженими алелями, які контролюють ізомери токоферолу. В Україні недостатньо вивчено генотипове різноманіття за складом токоферолу в поєднанні з іншими цінними господарськими ознаками [11]. Нами на власному матеріалі (1000 зразків) досліджено варіабельність вмісту ізомерів в умовах північної частини Східного Лісостепу України (табл. 2).

Установлено склад ізомерів токоферолів у ліній-відновників фертильності пилку, які мають позитивні господарсько-цінні ознаки

**2. Уміст ізомерів токоферолів у робочій колекції ліній соняшнику (2015–2019 рр., ІР імені В.Я. Юр'єва НААН)**

| Рік досліджень | Варіювання вмісту ізомерів токоферолів, мг% |      |       |       |       |       |       |       |
|----------------|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | α   |      | β     |       | γ     |       | σ     |       |
|                | мах   | мін  | мах   | мін   | мах   | мін   | мах   | мін   |
| 2015           | 46,81                                       | 1,70 | 44,01 | 0,004 | 7,11  | 0,039 | 18,10 | 0,004 |
| 2016           | 48,17                                       | 1,99 | 36,19 | 0,280 | 9,01  | 0,004 | 14,01 | 0,004 |
| 2017           | 56,00                                       | 1,10 | 28,02 | 0,050 | 15,99 | 0,004 | 90,09 | 0,004 |
| 2018           | 46,99                                       | 2,39 | 56,91 | 0,014 | 31,00 | 0,004 | 11,01 | 0,004 |
| 2019           | 45,91                                       | 1,89 | 55,99 | 0,020 | 30,90 | 0,004 | 10,97 | 0,004 |
| Середнє        | 48,78                                       | 1,81 | 44,22 | 0,074 | 18,80 | 0,004 | 12,64 | 0,004 |

і є батьківськими компонентами гібридів  $F_1$  соняшнику.

За сумою ізомерів токоферолів виділено лінію Х720 В, яка є батьківським компонентом багатьох гібридів соняшнику, занесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, зокрема гібридів Оскіл, Славсон та інших, давно відомих сільгоспвиробникам. Олія цих гібридів належить до олії з переважним умістом  $\alpha$ -ізомеру токоферолу. Подібна лінія з таким типом олії — лінія Х06134В, яка входить до складу новітніх гібридів Драйв, Стаер, що, крім  $\alpha$ -токоферолу, мають високу стійкість до збудника несправжньої борошнистої роси.

Наше завдання — знайти вихідний матеріал після схрещувань з носіями високого вмісту окремих ізомерів — виконано на рівні створення нового покоління ліній-відновників фертильності пилку, характеристики яких наведено у табл. 4.

Повний опис нових ліній соняшнику з високим умістом окремих ізомерів токоферолів здійснено за даними, отриманими в польових і лабораторних умовах 2018–2020 рр.

Лінію-відновника фертильності пилку Х1712В отримано за участі Vк-L-1 та Х06135В на фертильній основі. Рослина однокосишкова, висота — 105,8 см, діаметр косишика — 20,3 см. Насіння чорне, маса 1000 насі-

### 3. Характеристика окремих ліній відновників фертильності пилку за вмістом ізомерів токоферолів (середнє за 2015–2017 рр., ІР імені В.Я. Юр'єва НААН)

| Лінія     | Уміст ізомерів токоферолів, мг% |            |         |            |          |            |          |            | Сума ізомерів, мг% |
|-----------|---------------------------------|------------|---------|------------|----------|------------|----------|------------|--------------------|
|           | $\alpha$                        |            | $\beta$ |            | $\gamma$ |            | $\sigma$ |            |                    |
|           | мг                              | % від суми | мг      | % від суми | мг       | % від суми | мг       | % від суми |                    |
| Х 114 В   | 8,90                            | 87,85      | 0,58    | 6,34       | 0,26     | 3,13       | 0,19     | 2,26       | 9,94               |
| Х 1334 В  | 21,70                           | 98,01      | 0,28    | 0,97       | 0,18     | 0,75       | 0,08     | 0,26       | 22,24              |
| Х 06134 В | 26,70                           | 93,47      | 1,14    | 3,99       | 0,53     | 2,12       | 0,14     | 0,41       | 28,52              |
| Х 06135 В | 14,31                           | 94,31      | 0,97    | 4,23       | 0,18     | 1,01       | 0,05     | 0,43       | 15,05              |
| Х 720 В   | 28,75                           | 97,02      | 0,61    | 1,93       | 0,29     | 0,80       | 0,09     | 0,25       | 29,74              |
| Середнє   | 20,07                           | 94,13      | 0,72    | 3,49       | 0,29     | 1,56       | 0,11     | 1,12       | 21,01              |
| Min       | 8,90                            | 74,96      | 0,27    | 2,97       | 0,18     | 0,75       | 0,00     | 0,00       | 9,94               |
| Max       | 28,75                           | 98,01      | 6,15    | 17,31      | 1,81     | 6,57       | 0,31     | 2,66       | 29,74              |

### 4. Характеристика нових ліній соняшнику за вмістом токоферолів (середнє за 2018–2020 рр., ІР імені В.Я. Юр'єва НААН)

| Лінія    | Уміст ізомерів токоферолів, мг% |            |         |            |          |            |          |            | Сума ізомерів, мг% |
|----------|---------------------------------|------------|---------|------------|----------|------------|----------|------------|--------------------|
|          | $\alpha$                        |            | $\beta$ |            | $\gamma$ |            | $\sigma$ |            |                    |
|          | мг                              | % від суми | мг      | % від суми | мг       | % від суми | мг       | % від суми |                    |
| Х 1712 В | 13,78                           | 37,22      | 12,19   | 34,83      | 4,47     | 12,40      | 0,29     | 15,55      | 36,28              |
| Х 1716 В | 20,94                           | 50,10      | 19,87   | 47,75      | 0,66     | 1,57       | 0,24     | 0,59       | 41,70              |
| Х 1717 В | 22,96                           | 47,92      | 24,50   | 50,36      | 0,61     | 1,32       | 0,21     | 0,40       | 48,25              |
| Х 1719 В | 6,32                            | 13,46      | 0,95    | 2,26       | 35,70    | 76,71      | 3,64     | 7,57       | 46,61              |
| Х 1729 В | 8,99                            | 26,14      | 15,09   | 45,67      | 0,52     | 1,80       | 7,08     | 26,40      | 31,68              |
| Х 1738 В | 16,95                           | 49,15      | 1,87    | 5,53       | 14,73    | 42,86      | 0,84     | 2,46       | 34,38              |
| Х 1747 В | 14,54                           | 47,58      | 15,67   | 50,61      | 0,57     | 1,82       | 0,00     | 0,60       | 30,77              |

нин — 53,56 г, продуктивність висока — 67,1 г з рослини. Вегетаційний період становить 101 добу. Стійкість до збудника несправжньої борошнистої роси — 9 балів. Має високий вміст  $\beta$ -ізомеру токоферолу — 34,83 мг% та  $\delta$ -ізомеру — 15,53% від загальної суми ізомерів, лінолевого типу — 60,41%, з вмістом білка 17,85%, антиоксидантна активність — 61,73%.

Лінію-відновник фертильності пилку Х1716В отримано за участі ліній V<sub>k</sub>-L-1 та Х720В на фертильній основі з наступним інбридингом до I<sub>4</sub>. Рослина багатокошикова висотою 103,8 см, з діаметром кошика 26,3 см, масою 1000 насінин — 25,52 г, продуктивністю 6,61 г насіння з рослини, з вмістом олії 47,93%. Ранньостигла, вегетаційний період — 95 діб. Стійкість до збудника несправжньої борошнистої роси — 9 балів. Уміст  $\beta$ -ізомеру токоферолу — 19,87 мг%, що становить 47,75% від загальної суми ізомерів, лінолевого типу, уміст білка — 16,35%, антиоксидантна активність — 62,19%.

Лінію-відновник фертильності пилку Х1717В створено за участі ліній V<sub>k</sub>-L-4 та Х720В на фертильній основі зі штучним добором до I<sub>4</sub>, з постійним контролем умісту ізомерів токоферолів та інших господарсько-цінних ознак. Рослина багатокошикова, висота — 93,5 см, насіння чорне, маса 1000 насінин — 26,40 г, продуктивність 14,04 г. Вегетаційний період — 98 діб. Лінія стійка до збудника несправжньої борошнистої роси на 100%, уміст олії в насінні — 49,35%. Уміст  $\beta$ -токоферолу — 50,36 мг% від загальної суми, лінолевого типу, із середнім вмістом білка — 16,10%, антиоксидантна активність — 65,12%.

Однокошикову лінію Х1719В створено за участі ліній V<sub>k</sub>-L-1 та Х06135В методом схрещування на фертильній основі. Висота рослини — 99,6 см, насіння чорне,

маса 1000 насінин — 64,30 г, продуктивність — 79,97 г, вегетаційний період — 98 діб. Стійкість до збудника несправжньої борошнистої роси — 7 балів, уміст олії в насінні — 44,95%. Уміст  $\gamma$ -ізомеру токоферолу — 76,71 мг% від загальної суми, антиоксидантна активність — 70,99%.

Лінія-відновник фертильності пилку Х1729В з вмістом лінолевої кислоти 53,89%, олеїнової — 33,21%. Ранньостигла, висота рослини — 94,4 см, з вмістом  $\beta$ -ізомеру токоферолу 45,64% від загальної суми, антиоксидантна активність — 64,98%.

Однокошикову лінію-відновник фертильності пилку Х1738В створено за участі V<sub>k</sub>-L-1 та Х06135В на фертильній основі з наступним самозапиленням інбредних поколінь, рослини яких контролювали за вмістом ізомерів токоферолів у 4-х поколіннях. Висота рослини — 105,5 см, маса 1000 насінин — 57,98 г, продуктивність — 49,36 г. Лінія ранньостигла, вегетаційний період — 94 доби, стійка до несправжньої борошнистої роси, уміст  $\gamma$ -ізомеру токоферолу — 42,86% від загальної суми, лінолевої кислоти — 52,45%, олеїнової — 32,88, білка — 18,8%, антиоксидантна активність — 70,97%.

Лінія-відновник фертильності пилку Х1747В належить до типу з високим вмістом  $\beta$ -ізомеру токоферолів — 50,61% від загальної суми ізомерів, багатокошикова, ультраскоростигла, з високим вмістом олеїнової кислоти — 69,03%, з антиоксидантною активністю 72,61%.

Нами доведено можливість створення нових ліній соняшнику з різноманітним вмістом  $\beta$ - та  $\gamma$ -ізомеру токоферолу, що визначає новий напрям у селекції соняшнику зі сполученням високим вмістом не лише окремих жирних кислот, а й вітаміну Е, що дуже важливо для тривалого збереження олії насіння соняшнику.

## **Висновки**

*Установлено достовірну варіацію вмісту жирних кислот в олії вихідного матеріалу соняшнику, ізомерів токоферолів ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ) та антиоксидантної активності, що дає змогу селекційним шляхом підвищити*

*якість основного продукту соняшнику — олії, вкрай важливої складової поліпшення здоров'я людей.*

*Поеднано вивчені ознаки з господарсько-цінними, наявними в зареєстрованих*

в Україні гібридах, включаючи стійкість до основних хвороб соняшнику. Створено низку гібридів олійного типу з умістом олійної кислоти 60–85%.

Ретельно вивчено лінії — батьківські компоненти гібридів селекції IP імені В.Я. Юр'єва НААН за вмістом вітаміну E суми токоферолів і окремо кожного ізомеру. Створено популяції на фертильній основі, проведено добір інбредних рослин, включаючи  $I_4$ , з підвищеним умістом

ізомерів токоферолів  $\alpha$ ,  $\beta$  і  $\gamma$ , що дає змогу створити промислові гібриди соняшнику найближчим часом. Створено нові лінії з високим умістом  $\beta$ - та  $\gamma$ -токоферолів, носії стійкості до несправжньої борошнистої роси, різноманітні за кількістю пилку, вегетаційним періодом. Їх зареєстровано у колекції Національного центру генетичних ресурсів рослин України, є в робочій колекції IP імені В.Я. Юр'єва НААН та генбанку рослин України.

**Kyrychenko V.<sup>1</sup>, Makliak K.<sup>2</sup>, Kolomatska V.<sup>3</sup>, Kuzmyshyna N.<sup>4</sup>**

V.Ya. Yuriev Plant Production Institute of NAAS, 142 Moskovskiy Avenue, Kharkiv, 61060, Ukraine; e-mail <sup>1-3</sup>yuriev1908sunflower@gmail.com, <sup>4</sup>nsp-gru@gmail.com; ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-3014-4387, <sup>2</sup>0000-0002-9841-2454, <sup>3</sup>0000-0001-5408-4244, <sup>4</sup>0000-0001-846-1760

### **Sunflower selection strategy to improve the quality of oil products**

**Goal.** To study the inheritance of selection genetic determinants in  $F_1$  and subsequent generations of sunflower, which determine the increased content of fatty acids, vitamin E, and its components:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\sigma$ -isomers of tocopherol in combination with morphobiological characteristics: oil content, protein, plant height, plant productivity, the weight of 1000 seeds in conditions of different years of testing, and create new isolines based on highly effective antioxidant activity of lines-restorers of pollen fertility. **Methods.** Hybridization in sunflower breeding with evaluation on laboratory equipment of oil quality by the content of tocopherol isomers, basic fatty acids, and by antioxidant activity. Seeds of inbred generations were grown in the Eastern part of the Forest-Steppe of Ukraine. **Results.** A study has been carried out on the variability of fatty acids, isomers of tocopherols, antioxidant activity in the seeds of samples of genetic resources of sunflower, including sources created in leading research centers, as well as the working collection of domestic selection lines,  $F_1$  hybrids and hybrid populations of different levels of inbreeding with assessment in laboratory and field conditions in different years, during 2015–2020. Assessment of total tocopherols and individual isomers  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\sigma$ , and antioxidant activity was determined by liquid chromatography on Smartline system (Knauer,

Germany). The level of development of the main valuable economic traits was assessed in different periods of plant ontogenesis. The variability was established of tocopherol isomers  $\alpha$  — with fluctuations of 1.01–56.79 mg%;  $\beta$  — 0.004–57.84;  $\gamma$  — 0.004–34.58;  $\sigma$  — 0.004–17.15 mg%. A classification is proposed according to the distribution used in the selection of newly created generations of sunflower and the development of quality standards for the content of tocopherols in oil. It is proved that the  $\gamma$ -isomer has the highest level of antioxidant activity. This promotes the use of this type of oil, which increases dozens of times the oxidation resistance. Indicators of the number of isomers important for sunflower breeding and oil quality were determined using classical selection genetic methods. The method of inbreeding of plants obtained as a result of crosses with donors of high tocopherol content and subsequent linear selection identified new isolines with altered content, which are characterized by valuable economic characteristics. Newly created lines X1716 B; X1717 B; X1719B and X1729B have a total content of tocopherols at the level of 41.29–48.26 mg% with different levels of individual isomers, which enriches the base of the National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine. **Conclusions.** Existing genotypes were identified and the new lines with different content of tocopherol isomers and antioxidant activity were created. Indicators were improved of valuable economic characteristics — plant height, the weight of 1000 seeds, plant productivity, oil content in seeds, the content of certain fatty acids, disease resistance, the level of pollen fertility recovery, and combination ability.

**Key words:** hybridization, tocopherol content, isomers, antioxidant activity, newly formed lines.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202205-07>

### **Бібліографія**

1. Skoric D. Sunflower breeding. Sunflower — Monograph., Nolit, Beograd. 1989. P. 285–393.

2. Кириченко В.В., Макляк К.М., Петренко-ва В.П. та ін. Соняшник. Спеціальна селекція.

Харків: СГ НТМ «Новий курс», 2020. 498 с.

3. Emerson O., Smith L. The chemistry of vitamin E. 24. The structure of tocopherol. *Amer. Chem. Soc.* 1940. V. 62, № 7. P. 1869–1871.

4. Stern M., Robeson C., Weisler L. Tocopherol. *g. Amer. Chem. Soc.* 1947. V. 69, № 4. P. 869–874.

5. Velasco L., Fernandez-Martinez J.M., Garcia-Luiz R., Dominguez J. Genetic and environmental variation for tocopherol content and composition in sunflower commercial hybrids. *J. Agric. Sci.* 2002. № 139. P. 425–429.

6. Demurin Y.N., Borisenco O.M., Peretyagina T.M., Perstenyeva A.A. Gene linkage test for *imr* with *oe*, *tph<sub>1</sub>*, and *tph<sub>2</sub>* mutations in sunflower. *Helia*. 2006. № 29 (44). P. 41–46.

7. Arabshahi-Delone S., Urooj A. Antioxidant Properties of various solvent Extracts of Mulberry (*Morusindica indica* L.) leaves. *Food Chemistry*. 2007. V. 102. P. 1233–1240.

8. Кириченко В.В., Тимчук С.М., Брагін О.М. Генетичне різноманіття ліній соняшнику за жирнокислотним складом олії. *Генетичні ресурси рослин*. 2007. № 4. С. 131–139.

9. Оверченко Б. Урожайність соняшнику в Україні та шляхи її підвищення. *Пропозиція*. 1999. № 5. С. 22–25.

10. Кириченко В.В., Макляк К.М., Сивенко В.І., Кузьмишена Н.В. Стабільність господарсько-корисних ознак та модель гібрида соняшнику олійного типу. *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб. УААН, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва*. Харків, 2006. Вип. 93. С. 31–41.

11. Кириченко В.В., Сивенко В.І., Макляк Е.Н. та ін. Результаты теоретических исследований и их применение в селекции подсолнечника. *Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів*. Київ, 2014. Вип. № 1. С. 113–121.