

Національна академія аграрних наук України
Селекційно-генетичний інститут –
Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення

**СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО
ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ
ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ
СТІЙКИХ ДО
ALS-ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБИЦИДІВ
ТА З ВИСОКИМ ВМІСТОМ
ОЛЕЇНОВОЇ КИСЛОТИ**

Методичні рекомендації



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

**СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИЙ ІНСТИТУТ – НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР
НАСІННЄЗНАВСТВА ТА СОРТОВИВЧЕННЯ**

**СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО ТА
ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ
СОНЯШНИКУ СТІЙКИХ ДО ALS-
ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБІЦИДІВ ТА З ВИСОКИМ
ВМІСТОМ ОЛЕЇНОВОЇ КИСЛОТИ**

Методичні рекомендації

Одеса 2022

УДК 633.854.78:631.527(07)

Розглянуто і затверджено до друку Вченою радою Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення (протокол № 6 від 2 вересня 2022 р.)

Автори:

Вареник Б. Ф. завідувач відділу селекції та насінництва перехреснозапилюваних культур, к. с.-г. н., с. н. с., доцент.

Ільченко А. С. науковий співробітник відділу селекції та насінництва перехреснозапилюваних культур, д. ф. (PhD).

Карапіра С. І. провідний науковий співробітник відділу селекції та насінництва перехреснозапилюваних культур, к. с.-г. н.

Рецензенти:

Литвиненко М. А., завідувач відділу селекції та насінництва пшениці, д. с.-г. н., професор, академік НААН.

Васильєв О. А., в.о. завідувача відділу фітопатології та ентомології, к.с.-г.н., с. н. с.

Відповідальний за випуск: директор СГІ-НЦНС, член-кор. НААН
Соколов В. М.

Селекція, насінництво та особливості вирощування соняшнику стійкого до ALS-інгібуючих гербіцидів та з високим вмістом олеїнової кислоти в олії: методичні рекомендації/автори: Б. Ф. Вареник, А. С. Ільченко, С. І. Карапіра. СГІ-НЦНС. – Одеса, 2022. – 60 с.

В запропонованих методичних рекомендаціях викладені сучасні науково-методичні підходи при селекції, вирощуванні і контролі якості насіння гібридів соняшнику та їх батьківських компонентів в тому числі стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів та з високим вмістом олеїнової кислоти в олії. Також наведені стислі описи зареєстрованих гібридів із особливістю їх насінництва.

В рекомендаціях висвітлені як власні дослідження та практичний досвід авторів, так і результати досліджень багатьох вітчизняних й зарубіжних вчених.

Рекомендації призначені для фахівців із селекції й насінництва соняшнику, агрономів, викладачів та студентів ВНЗ, аспірантів та докторантів.

УДК 633.854.78:631.527(07)

© Селекційно-генетичний інститут –
Національний центр насіннєзнавства
та сортовивчення (СГІ – НЦНС), 2022

ЗМІСТ

<i>Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів</i>	5
ВСТУП	6

РОЗДІЛ 1. СЕЛЕКЦІЯ СОНЯШНИКУ (*HELIANTHUS ANNUUS L.*)

НА СТІЙКІСТЬ ДО ALS-ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБІЦИДІВ ТА ВИСОКИЙ ВМІСТ ОЛЕЇНОВОЇ КИСЛОТИ В ОЛІЇ

1.1. Історія створення стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів генотипів соняшнику	9
1.2. Історія створення високоолеїнових генотипів соняшнику	13
1.3. Генетичні основи стійкості соняшнику до ALS-інгібуючих гербіцидів	15
1.4. Генетичні основи високоолеїновості соняшнику	19
1.5. Використання технології marker-assisted selection (MAS) в селекції соняшнику на стійкість до ALS-інгібуючих гербіцидів	21
1.6. Marker-assisted selection (MAS) в селекції соняшнику на високий вміст олеїнової кислоти в олії	25

РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

(*HELIANTHUS ANNUUS L.*) В Т.Ч. СТІЙКОГО ДО ALS-ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБІЦИДІВ ТА ІЗ ВИСОКИМ ВМІСТОМ ОЛЕЇНОВОЇ КИСЛОТИ В ОЛІЇ

2.1. Особливості вирощування стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів гібридів соняшнику	27
2.2. Особливості вирощування високоолеїнових гібридів соняшнику	29
2.3. Попередники та підготовка ґрунту	30
2.4. Удобрення посівів	31
2.5. Висівання насіння	32
2.6. Захист рослин від шкідників та хвороб	32
2.7. Контроль бур'янів	33

РОЗДІЛ 3. СИСТЕМА НАСІННИЦТВА СОНЯШНИКУ

(*HELIANTHUS ANNUUS* L.) В Т.Ч. СТІЙКОГО ДО ALS-ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБІЦИДІВ ТА ІЗ ВИСОКИМ ВМІСТОМ ОЛЕЇНОВОЇ КИСЛОТИ В ОЛІЇ

3.1. Завдання насінництва гібридного соняшнику	34
3.2. Розсадник самозапилення, 1й рік	35
3.3. Розсадник парних схрещувань, 2й рік	35
3.4. Розсадник оцінки нащадків, 3й рік	36
3.5. Розсадник групових схрещувань, 3й – 4й рік	36
3.6. Розмноження насіння при вільному запиленні, 5 рік	37
3.7. Вирощування простих стерильних гібридів (F ₁)	39
3.8. Добазове насінництво ліній-відновників фертильності пилку	40
3.8.1. Розсадник самозапилення, 1рік	40
3.8.2. Розсадник парних схрещувань, 2й рік	41
3.8.3. Розсадник оцінки нащадків, 3й рік	41
3.8.4. Розмноження ліній відновників фертильності пилку (В) при вільному запиленні в груповому ізоляторі	41
3.8.5. Розмноження ліній “В” при вільному запиленні на ізольованих ділянках	42
3.9. Сортів та фітосанітарні прополки	42
3.10. Польовий контроль за дотриманням методики вирощування насіння	44
3.10.1. Польові обстеження	45
3.10.2. Апробація посівів та лабораторний контроль насіння	46

РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ ЗБИРАННЯ, ОЧИЩЕННЯ ТА

ГРУНТОВИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОЩЕНОГО НАСІННЯ

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Перелік умовних позначень та скорочень

СГІ-НЦНС	Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення
ALS	ацетолататсинтаза
SU	гербіциди групи сульфонілсечовин
IMI	гербіциди групи імідазоліонів
д. р.	діюча речовина
НБР	несправжня борошниста роса
А	стерильний аналог
Б	закріплювач стерильності пилку
В	відновник фертильності пилку
ISTA	International Seed Testing Association – Міжнародна асоціація з контролю за якістю насіння
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development – Організація економічної співпраці та розвитку
UPOV	The International Union for the Protection of New Varieties of Plants Міжнародний союз з охорони нових сортів рослин

ВСТУП

Соняшник – цінна сільськогосподарська культура. Його вирощують, як олійну культуру, близько 150 років. В Україні соняшник розпочали культивувати в другій половині XIX століття, а вже у 1917 році його посівні площі сягали близько 200 тис. га. За менше як півтори сотні років Україна стала світовим лідером з виробництва соняшнику та найбільшим експортером соняшникової олії [1, 2]. У 2020 – 2021 роках площа посівів цієї культури склала більше 6,5 млн. га. Крім цього зросла урожайність гібридів соняшнику. Новітні гібриди соняшнику, як іноземні, так і вітчизняні поруч з інтенсивними технологіями дозволяють отримувати більш 4,0 т/га. У 2021 році в Україні зібрано 15,6 млн тон соняшника з площі 6,37 млн га. Середня врожайність культури становить 2,45 т/га, що на 0,39 т/га вище, ніж у 2020 році (2,06 т/га) [3].

Тенденції щодо поширення здорового способу життя привели до зростання споживання рослинних олій і зменшення використання жирів тваринного походження. За останні роки значна увага приділяється спеціальним селекційним програмам, які спрямовані на створення генетичного матеріалу соняшнику з високим (до 95 %) вмістом олеїнової кислоти в олії. Олія такого типу відрізняється значно більшою стабільністю при високих температурах та низькою окислювальною здатністю.

Впродовж останніх років частка високоолеїнового соняшнику постійно зростає і становить близько 10 % від обсягу виробництва у світі. У США майже 100 % соняшнику становлять олеїнові гібриди з високим (вище 82 %) та середнім (вище 55 %) вмістом олеїнової кислоти в олії. На ринку Франції понад половину площ соняшнику займають високоолеїнові гібриди. Наразі частка високоолеїнового соняшнику у структурі виробництва в Україні невелика і становить близько 2 %. Олія з високим вмістом олеїнової кислоти йде на експорт до країн Євросоюзу, використовується в харчовій індустрії на внутрішньому ринку [4].

Успішне вирощування соняшнику потребує ефективних засобів контролю забур'яненості його посівів. Надмірна засміченість посівів соняшнику бур'янами призводить до значних втрат врожаю, що становить від 20 % до 70 %. Бур'яни в посівах конкурують з сільськогосподарськими культурами за простір для росту та розвитку, вологу, добрива, сонячне світло, а також прямо чи опосередковано розповсюджують шкідники та хвороби. Таким чином пригнічують розвиток культурних рослин, знижують врожайність та впливають на його якість [5, 6].

Гербіциди, в даний час, широко використовують в якості основного методу по контролю бур'янів у посівах культурних рослин завдяки їхній економічній та ефективній дії. Стрімкий розвиток одно та дворічних дводольних бур'янів припадає на фазу 4-6 справжніх листків соняшнику, яка є однією з визначальних у формуванні потенційних можливостей продуктивності рослин. Одним з економічно вигідних засобів захисту рослин від дводольних бур'янів є післясходові гербіциди. Вже через дві години після обробки препаратом ці бур'яни припиняють ріст, поглинання води і поживних речовин з ґрунту, що свідчить про втрату ними конкуренції зі стійким до післясходових гербіцидів матеріалом соняшнику і забезпечує перевагу в розвитку саме культурної рослини [9]. Отже, стійкий до дії гербіцидів групи сульфонілсечовини селекційний матеріал соняшнику вирішує таке проблемне питання як забур'яненість посівів, що суттєво впливає на ріст та розвиток рослини на перших етапах онтогенезу [7, 8].

Дослідження у галузі молекулярної генетики, біохімії та фізіології приводять до створення сільськогосподарських рослин з додатковими агрономічними властивостями, такими як стійкість до гербіцидів, хвороб, шкідників, жаро- та посухостійкості, певними параметрами якості харчових продуктів. Завдяки новому уявленню про механізм дії гербіцидів на молекулярному рівні, розроблені нові біотехнологічні методи у селекції на стійкість до них. Завдяки цим технологіям стало можливо використовувати гербіциди, які є кращими з агрономічної, екологічної та генетичної точки зору [9].

Урожайність гібридів соняшнику залежить від якісного насіння на ділянках гібридизації. Насінництво – це провідна галузь рослинництва, покликана вирішувати основне завдання – стабільне виробництво високоякісного насіння з метою поширення у сільськогосподарському виробництві нових сортів і гібридів.

Основним завданням насінництва соняшнику є підтримання гомозиготності генетичних детермінантів, які контролюють генетично спадкову стійкість до вірулентних популяцій вовчка, існуючих рас патогенів, збереження високого вмісту окремих жирних кислот, токоферолів, вмісту олії, лущинності, основних фенотипових ознак тощо; підтриманні на високому рівні загальної (ЗКЗ) та специфічної (СКЗ) комбінаційної здатності за основними господарсько-цінними ознаками тощо.

Системні порушення оптимальної структури посівів призводить до появи нових рас вовчка, несправжньої борошнистої роси (НБР) та інших хвороб соняшника. Непомірне розширення посівних площ соняшнику на товарні цілі значно ускладнює насінництво соняшнику.

За вирощування насіння у різних ґрунтово-кліматичних умовах змінюються його посівні якості, насамперед, крупність і маса 1000 насінин. Насіння вирощене у північних областях, характеризується більшою масою, ніж у південних. Крупніше і зародки насіння.

Одним із шляхів подальшого розвитку вітчизняного насінництва є використання передового досвіду інших країн, його пристосування до міжнародних правил, процедур і схем, прийнятих у цій галузі. Насамперед, це стосується таких структур, як Міжнародна асоціація з насінневого контролю (ISTA), Організація економічної співпраці та розвитку (OECD), Міжнародний союз з охорони нових сортів (UPOV) та інших.

РОЗДІЛ I

СЕЛЕКЦІЯ СОНЯШНИКУ (*HELIANTHUS ANNUUS* L.) НА СТІЙКІСТЬ ДО ALS-ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБІЦИДІВ ТА ВИСОКИЙ ВМІСТ ОЛЕЇНОВОЇ КИСЛОТИ В ОЛІЇ

1.1. Історія створення стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів генотипів соняшнику

Створення стійких до гербіцидів сільськогосподарських культур стало важливим етапом контролю бур'янів у посівах. Застосування гербіцидів із широким спектром дії відкрило нові можливості по контролю з проблемними видами бур'янів (*Panicum*, *Abuthilon*, *Ambrosia*, *Xanthium* spp. тощо) [10, 11].

Система контролю бур'янів у посівах сільськогосподарських культур з використанням ІМІ-гербіцидів була запатентована BASF на ім'я під назвою Clearfield. Стійкість до ІМІ у кукурудзи була розроблена Суанамід, тому вперше цю технологію використали саме на кукурудзі у 1991 році компаніями Garst Seed Co. та Pioneer. Окрім кукурудзи гербіциди групи ІМІ були також застосовані на таких культурах як рис, пшениця, ріпак і соняшник. Проте вже у 2005 році фірмами Limagrain і Syngenta були представлені перші гібриди для соняшника в системі Clearfield також відома як ImiSun, які займали 140 тис. га у США. Паралельно в Угорщині також зареєстрували перший гібрид соняшника стійкий до гербіцидів групи сульфонілсечовин PR63E82 [12].

Дикий вид соняшнику *Helianthus annuus* L., стійкий до гербіцидів групи імідазолінонів, вперше був виявлений в штаті Канзас, США в 1996 році на соєвому полі, який обробляли гербіцидом протягом семи років поспіль. Після цього відкриття, дослідницька група USDA-ARS швидко передала стійкість соняшнику до гербіцидів групи імідазолінонів в культурний вид, після чого були введені публічні лінії Imisun 1 та Imisun 2 [13].

Перші стійкі до імідазолінонів лінії соняшнику HA 425, RHA 426 і RHA 427 створили J. Miller та K. Al-Khatib у 2002 році. У Канзасі з соєвих полів,

які оброблялися імазатапіром, збирали пилок протягом кількох років і запилювали ним лінії HA 89, RHA 409 та RHA 376. Після чого ці лінії були передані селекційним компаніям для створення нових гібридів [14].

Одночасно з селекцією соняшнику на стійкість до гербіцидів групи імідазолінонів гербіцидів, було розпочато роботу над створенням гібридів, стійких до гербіцидів з діючою речовиною трибенурон-метил із групи сульфонілсечовин. Було залучено два джерела стійкості. Перше – з дикого виду соняшнику, який мав стійкість до гербіцидів групи сульфонілсечовин, зібраний був в тому ж місці, де і ІМІ-стійких (Канзас), друге було створено фірмою DuPont за допомогою проекту зі штучного мутагенезу, який здійснювався на початку 1990-х років.

Були введені до використання лінії Sures 1 та Sures 2. Sures 1, що отримали від схрещувань HA424/3/HA406//HA89/SU *Res. wild H. annuus*. Sures 2, відновник фертильності пилку є носієм гену стійкості до гербіцидів групи сульфонілсечовин *Sur*, був створений USDA-ARS, Fargo, ND, the Kansas Agricultural Experiment Station, Manhattan, KS, та the North Dakota Agricultural Experiment Station, Fargo, ND у 2002 році. Стійкість до трибенурон-метилу перенесена із дикої популяції *Helianthus annuus*. Пилок диких рослин соняшнику було передано USDA-ARS, Fargo ND, який був використаний для запилення лінії RHA 376. Наступне схрещування було здійснено з лініями RHA 392 та RHA 377. Покоління F1, отримане від наведених схрещувань, було повністю стійке до трибенурон-метилу [15, 16].

Починаючи з 2005 року, в СГІ-НЦНС у відділі селекції та насінництва гібридного соняшнику В. В. Бурловим була започаткована робота по створенню вихідного матеріалу для селекції самозапилених ліній та гібридів, стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів. Протягом трьох років він отримав п'ять генерацій рослин соняшнику та створив резистентні до гербіцидів групи імідазолінонів аналоги (BC-2) батьківських ліній. Своїми дослідженнями він показав, що обробка гербіцидом отриманих ним гібридів не знижує показники основних господарсько-

цінних ознак. Та вже у 2007 році були створені перші лінії резистентні до гербіцидів груп ІМІ та SU.

У 2012 році завідуючим відділу Б. Ф. Вареником, із National Germplasm Resources Laboratory, було отримано джерела стійкості до гербіцидів груп сульфонілсечовин та імідазолінонів такі як: Sures-1, Sures-2, Imisun-1, Imisun-2, Imisun-3, Imisun-4. У 2013 році отримані зразки були висіяні в польовому інфекційному розсаднику для оцінки їх стійкості до найбільш шкідливих хвороб та на адаптивність до посушливих умов Півдня України («Експериментальна база «Дачна»» СГІ-НЦНС Одеського району Одеської області).

Важливим результатом довготривалої роботи є виникнення майнових прав інтелектуальної власності на поширення сортів рослин в Україні – трилінійних гібридів: середньораннього лінолевого типу стійкого до гербіцидів групи сульфонілсечовин Бар'єр (заявка №17039107 від 05.12.2017 р.), Бастард (заявка №19039042 від 28.11.2019 р.) та середньораннього гібриду лінолевого типу Тірас (заявка №20039095 від 01.12.2020 р.).

Гібрид Бар'єр – трилінійний середньоранній (Од 135 А х ОС 1001 В) гібрид лінолевого типу, стійкий до гербіцидів групи суфонілсечовин. Створений у результаті схрещування простого стерильного гібриду Од 135 А (Од 1035 А х Од 1002 Б) зі стійким до трибенурон-метилу батьківським компонентом ОС 1001 В.

Рослини гібриду першого покоління мають помірну інтенсивність антоціанового забарвлення гіпокотилу. Листок середнього розміру зі слабкою пухирчастістю та грубими зубцями. Має сильно виражену опушеність верхівки стебла. Язичкові квітки забарвлені у помірно-жовтий колір, мають середню щільність та довгі за довжиною з вузькоюйцеподібною формою. Зовнішні листки обгортки помірно-зеленого кольору, злегка охоплюють кошик. Рослина середньої висоти з відсутнім галузненням стебла. Положення кошика напівобернене донизу разом із прямим стеблом. Кошик середнього розміру, випуклої форми. Сім'янка широкояйцеподібною форми, середнього розміру. Сім'янка забарвлена у чорний колір зі слабкою смугастістю на краях та між краями, колір смужок сірий.

Гібрид відносно стійкий до вилягання, осипання насіння, посухи. Ураження хворобами незначне. Стійкий до 5-ти рас (А-Е) вовчка. Помірно уражується новими расами вовчка та несправжньої борошнистої роси.

Гібрид Бастард – трилінійний середньоранній (Од 135 А х ОС 1019 В), лінолевого типу, стійкий до гербіцидів групи сульфонілсичовин (трибенурон-метил). Створений від схрещування простого стерильного гібриду Од 135 А (Од 1035 А х Од 1002 Б) з батьківським компонентом ОС 1019 В.

Рослини гібриду першого покоління мають помірну інтенсивність антоціанового забарвлення гіпокотилу. Листок з помірною інтенсивністю забарвлення, великого розміру, середньою пухирчастістю та середніми зубцями. Має середнього типу опушення верхівки стебла. Язичкові квітки забарвлені у помірно-жовтий колір, нещільні, довгі за довжиною з вузьковеретеноподібною формою. Зовнішні листки обгортки помірно-зелені, злегка охоплюють кошик. Рослина середньої висоти з відсутнім галуженням стебла. Кошик напівобернений донизу разом із прямим стеблом. Кошик середнього розміру, випуклої форми. Сім'янка широкояйцеподібної форми, середнього розміру, забарвлена у чорний колір зі слабкою смугастістю на краях та з відсутніми смужками між краями, колір смужок сірий.

Гібрид Тірас – трилінійний середньоранній (Од 231 А х ОС 1019 В), лінолевого типу, стійкий до гербіцидів групи сульфонілсичовин (трибенурон-метил). Створений схрещуванням простого стерильного гібриду Од 231 А (Од 1002 А х Од 1003 Б) з батьківським компонентом ОС 1019 В.

Рослини першого покоління мають помірне антоціанового забарвлення гіпокотилу. Листок з помірною інтенсивністю забарвлення, великого розміру з сильною пухирчастістю та середніми за розміром зубцями. Має середній тип опушення верхівки стебла. Язичкові квітки помірно-жовтого кольору, мають середню щільність, середньої довжини з яйцеподібною формою. Зовнішні листки обгортки помірно-зелені, злегка охоплюють кошик. Рослина середня за висотою з негалуженим стеблом. Кошик напівобернений донизу разом із прямим стеблом, середнього розміру, випуклої форми. Сім'янка широкояйцеподібної форми,

середнього розміру, забарвлена у чорний колір з відсутньою смугастістю на краях та з відсутніми смужками між краями.

1.2. Історія створення високоолеїнових генотипів соняшнику

Соняшник став поширений в світі завдяки високому вмісту в соняшниковій олії вітамінів і біологічно активних речовин, корисних для організму людини. Ринок олійних культур є одним з найперспективніших в Україні. Олійні культури користуються попитом на світовому і внутрішньому ринках, забезпечують дохідність сільськогосподарських підприємств. Площі під більшістю олійних культур щорічно зростають, але сучасні умови вимагають зміни не тільки кількісних, але й якісних показників продукції переробки окремих сільськогосподарських культур [17].

Збір олії з гектара землі є головною метою вирощування олійних генотипів соняшнику. Вміст олії в насінні залежить від великої кількості особливостей самої рослини та факторів зовнішнього середовища. Останні особливо важливі на етапі досягання насіння. Вміст олії залежить від середньодобових температур та доступної вологи на етапі наливу, а також від її тривалості [18].

Вперше у світі в 1976 році у Всеросійському науково-дослідному інституті олійних культур (м. Краснодар) за допомогою хімічного мутагенезу селекціонером К.І. Солдатовим було отримано селекційний матеріал соняшнику зі зміненим жирнокислотним складом олії. У мутантних форм вміст олеїнової кислоти в олії насіння соняшнику становило більше 70 %. На основі отриманого вихідного матеріалу в подальшому був створений високоолеїновий сорт соняшнику Первенець. Згодом були створені високоолеїнові сорт Круїз та гібриди Краснодарський 885 та Кубанський 341 [19, 20].

Олія сорту Первенець за жирнокислотним складом дуже близька до оливкової і оцінювалась як повноцінний її заміник в консервній, кондитерській, фармакологічній та інших виробництвах, де застосовуються високі температури і продукція розрахована на тривале зберігання [21].

Створення гібридів соняшника із підвищеним вмістом олеїнової кислоти в олії розпочалося в Україні із 2000 року, коли було внесено в Реєстр сортів рослин України перший гібрид «Слав'янин», створений в Інституті олійних культур НААН (м. Запоріжжя) разом з Всеросійським науково-дослідним інститутом олійних культур (м. Краснодар). Подальша робота в даному напрямку привела до створення високоолеїнових гібридів соняшника Еней, Ант, Дарій, Зорепад, Квін, Богун – з вмістом олеїнової кислоти 70-75% (м. Харків, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН). Зазначені гібриди поєднують високу врожайність, високий вміст олеїнової кислоти з комплексною стійкістю до основних патогенів та паразитів.

Над якістю олії уже багато років працюють і в Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ-НЦНС) [22].

З метою забезпечення багатоцільового використання соняшникової олії в СГІ-НЦНС протягом багатьох років ведеться спеціальна селекційна програма з покращення олії в насінні. Відділом селекції та насінництва гібридного соняшнику напрацьовано велика кількість матеріалу з високим відсотком олеїнової кислоти. Її метою є створення гібридів з олією альтернативного типу, що максимально пристосована до конкретних промислових сфер.

Значним досягненням селекціонерів СГІ-НЦНС є створення гібридів з підвищеним вмістом олеїнової кислоти до 65-68 % (замість 20-22 % у традиційних гібридів) та з високим вмістом – біля 90 % олеїнової кислоти. Створені гібриди олеїнового типу успішно пройшли державне випробування і були свого часу занесені до Реєстрів сортів рослин придатних для вирощування в Україні, РФ та Молдові. Гібрид Одор визнано придатним до виробництва з 2004 року в Молдові та з 2005 року в Україні, а гібрид Олівер 90 – з 2006 року – в Україні та з 2007 року – у РФ. На 2009 рік до Державного реєстру сортів рослин України був занесено простий середньоранній гібрид Антрацит.

У 2020 році до Державного реєстру сортів рослин України було внесено високоолеїновий гібрид Волес.

Волес – трилінійний середньоранній гібрид (ОдОл 142 А х Вол 55 В), з високим вмістом олеїнової кислоти. Створений схрещуванням простого стерильного гібриду ОдОл 142 А (ОдОл 1404 А х ОдОл 220 Б) з батьківським компонентом Вол 55 В.

Рослини мають помірну інтенсивність зеленого забарвлення листків та з помірно пухирчастістю. Язичкові квітки помірно-жовтого кольору, мають середню щільність, середньої довжини з веретено-яйцеподібною формою. Зовнішні листки обгортки помірно-зелені, злегка охоплюють кошик. Рослина середня за висотою з негалуженим стеблом. Кошик напівобернений донизу разом із прямим стеблом, середнього розміру, випуклої форми. Сім'янка широкоюяйцеподібною форми, середнього розміру, забарвлена у чорний колір з відсутньою смугастістю на краях та з відсутніми смужками між краями

1.3. Генетичні основи стійкості соняшнику до ALS-інгібуючих гербіцидів

Розвиток рослин з толерантністю до гербіцидів стало можливим завдяки новим поглядам на механізм та цільове призначення дії гербіцидів на молекулярному рівні і розробкою нових методів біотехнології.

Гербіциди груп SU та IMI є специфічними та сильнодіючими інгібіторами ацетогідроксикислотної синтази (AHAS), також відома як ацетолактатсинтаза (ALS). AHAS-інгібуючі гербіциди порушують синтез амінокислот з розгалуженим ланцюгом, що призводить до загибелі генотипів нестійких до гербіцидів [24].

Ацетолактазсинтаза (ALS чи AHAS) являє собою перший фермент в біосинтезі трьох життєво важливих амінокислот у рослин: валіна, лейцина та ізолейцина. ALS-інгібуючі гербіциди викликають точкову мутацію в генах, кодуючи AHAS, які знижують чутливість фермента. До переваг ALS-інгібуючих гербіцидів відносять низькі норми внесення, широкий спектр дії на бур'яни та відносна їхня нетоксичність для тварин [25].

На основі молекулярних досліджень було ідентифіковано та охарактеризовано три гени, які каталізують фермент AHAS у соняшнику: *AHAS1*,

AHAS2 та *AHAS3*, які відповідають групам щеплення 2 (*AHAS3*), 6 (*AHAS2*) та 9 (*AHAS1*) (Рис. 1.3.1.).

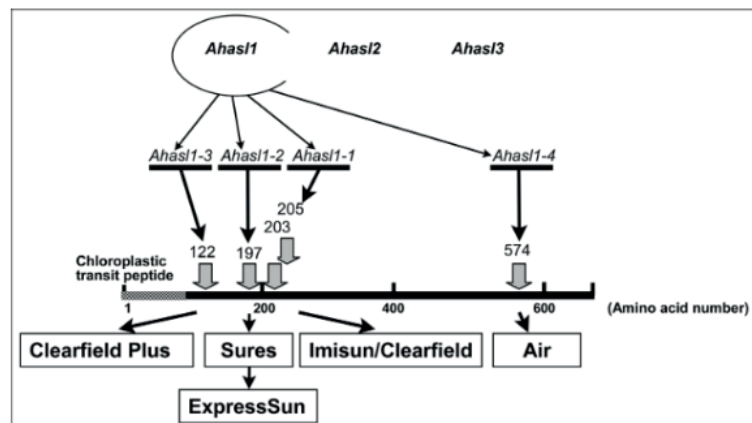


Рис. 1.3.1.

AHAS1 – єдиний ген у цій сім'ї, в якому знаходяться усі відомі мутації стійкості до гербіциду. На даний час ідентифіковано три точкові мутації гена *AHAS1*: *Ahas1-1*, *Ahas1-2* та *Ahas1-3*. *Ahas1-1* (також відомий як *Imr* чи *Ar_{pur}*) має мутацію С-Е в кодоні 205 та дає помірну стійкість до ІМІ-гербіцидів. *Ahas1-2* (відомий як *Ar_{kan}*) з мутацією С-Т в кодоні 197 з високим рівнем стійкості до СУ-гербіцидів. *Ahas1-3* мутація G-A в кодоні 122, яка забезпечує високий рівень стійкості до ІМІ-гербіцидів [26].

Успадкування стійкості до гербіцидів групи імідазолінонів контролюється двома мутаціями гена *AHAS1*. Один з них є домінантний алель *Imr1* (*Ahas1-1*), а інший *Imr2* виступає модифікатором чи посилювачем бажаного фактора, при наявності головного гена. Отже стійкість сояшнику до імідазолінонів може бути досягнута при гомозиготності обох генів (*Imr1Imr1*, *Imr2Imr2*) в самозапилених лініях чи гібридах. З іншої сторони, була виявлена стійкість до гербіцидів, яка контролюється одним геном з частковим домінуванням. Важливо, що ген стійкості до ІМІ визначається зниженням відсотка олійності в насіння сояшнику через дикого нащадка [27].

У 2008 році з'явилося нове джерело стійкості до імідазолінонів – Clearfield Plus (CL Plus) чи *Ahas1-3*, розроблений за допомогою індукованого мутагенезу елітної інбредної лінії ВТК47. Експериментально було доведено, що ген CL Plus має більш високий ступінь стійкості ніж *Imr1* та *Imr2*. Перший гібрид Paraiso 1000 CL Plus від Nidera був введений у обіг 2010 року в Аргентині, з гібридами інших компаній – у 2012 та 2013 роках.

В той час як система Clearfield була заснована на двох алелях *Ahas1-1*, то система CL Plus заснована на алелях *Ahas1-3* окремо чи у комбінації з *Ahas1-1*. *AHAS*-стійкі алелі *Ahas1-1* та *Ahas1-3* показали значні відмінності в результатах використання імазетапіра в гомозиготному чи гетерозиготному станах. Було виявлено, що генотипи, які несуть алель *Ahas1-3* (за системою CL Plus) забезпечують значно вищий рівень стійкості ніж *Ahas1-1* (за системою Clearfield). Крім цього, досить високий рівень толерантності CL Plus забезпечує стабільність за несприятливих умов середовища відносно Clearfield [28].

Дві мутації не можуть співіснувати в гомозиготному стані в одній рослині сояшнику. Польові дослідження показали, що коли ген *Ahas1-3* (CL Plus) знаходиться в гомозиготному стані чи в гетерозиготній комбінації *Ahas1-1/Ahas1-3*, спостерігається вищий рівень стійкості до імідазолінонів, ніж у гібридів *Ahas1-1/Ahas1-1* (ImiSun). Це було підтверджено результатами польових досліджень у комбінаціях CLPlus Hetero (*Ahas1-1/Ahas1-3*) та CL Plus Homo (*Ahas1-3/Ahas1-3*) [29].

Стійкість до гербіцидів групи сульфонілсечовин забезпечується точковою мутацією гена *AHAS1* з заміною С-Т у кодоні 205. *AHAS1* визначений основним геном стійкості до гербіцидів, що походить з двох диких популяцій ANN-PUR та ANN-KAN. Дослідниками була зазначена різниця в пошкодженнях ліній сояшнику Sures (*Ahas2/Ahas1-2*), що є результатом наявності генів-модифікаторів. Інших даних про успадкування ознаки стійкості сояшнику до гербіцидів групи сульфонілсечовин з проведенням гібридологічного аналізу в літературі поки що немає [30].

В СГІ-НЦНС створена та підтримується генетична колекція соняшнику по стійкості до ALS-інгібуючих гербіцидів. Нами було досліджено дві генетичні колекції самозапилених ліній соняшнику стійких до гербіцидів груп сульфонілсечовин та імідазолінонів. До колекції самозапилених ліній стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин входять одинадцять зразків: Sures 1, Sures 2, X 201 B, OC 1001 B, OC 1031 B, OC 1091 B, OC 1099 B, OC 1125 B, OC 2017 B, OC 1021 B та VLA 8 Su. Генетичну колекцію самозапилених ліній стійких до гербіцидів групи імідазолінонів складають дванадцять зразків: Imisun 1, Imisun 2, Imisun 3, HA 425, RHA 426, RHA 427, RHA 443, OC 7 B, OC 8 B, OC 9 B, OC 1063 B та OC 2018 B. Дослідження колекцій генотипів соняшнику показали високий рівень стійкості до гербіцидів Гранстар Про 75% в.г. (д.р. трибенурон-метил) та Євро-Лайтнінг (д.р. імазапір імазамокс).

У відділу селекції та насінництва гібридного соняшнику були також проведенні дослідження по успадкуванню ознаки стійкості до гербіцидів груп ІМІ та SU у південних районах України. Встановлено основні закономірності успадковування ознаки стійкості до гербіцидів груп сульфонілсечовин та імідазолінонів. Визначення закономірностей успадковування стійкості ознаки «стійкість до гербіцидів групи сульфонілсечовин» показали, що гібридні комбінації F_1 володіють повною стійкістю до гербіциду. За характером розщеплення популяцій F_2 встановили, що стійкість до трибенурон-метилу самозапилених ліній, які були використані у дослідженнях, контролювалась одним домінантним геном, про що свідчать розщеплення популяції F_2 .

Дослідження ознаки стійкості до гербіцидів групи імідазолінонів показали повну стійкість гібридних комбінацій першого покоління. У другому поколінні отримали 14 популяцій у яких спостерігали розщеплення 1:2:1, що вказує на напівдомінантний характер успадкування ознаки. Рослини проміжного характеру проявляли пожовтіння органів рослин.

Виконанні дослідження підтвердили результати попередніх досліджень про домінантний та ніпівдомінантний характер успадкування ознаки стійкості до гербіцидів груп сульфонілсечовин та імідазолінонів відповідно.

1.4. Генетичні основи високоолеїновості соняшнику

Високоолеїнова олія використовується у харчовій індустрії світу вже більше 10 років. Значна увага приділяється спеціальним селекційним програмам, які спрямовані на створення генетичного матеріалу соняшнику з високим вмістом олеїнової кислоти в олії (до 95 %). Перевагами такої олії є нейтральний смак, стійкість до термічної дії без утворення канцерогенів, стійкість до окислення, високий вміст Омега 9 (понад 82 %) і вітаміну Е (45 мг/100 г) [31].

У 1969 році, E.D. Putt та інші були першими, хто спробували дослідити спадковість вмісту олеїнової кислоти у насінні соняшнику за допомогою гібридологічного аналізу. На прикладі порівняльного вивчення змішаних зразків і окремого насіння 8 сортів і 129 інбредних ліній було показане існування спадковообумовлених відмінностей по жирнокислотному складу олії [32].

В селекційних програмах, розгорнутих в ряді країн таких як: Україна, РФ, Югославія та США, в якості донору, при створенні високоолеїнових гібридів, була використана мутація сорту Первенець. Дослідження по успадкуванню гібридів першого покоління показали як домінування високого вмісту олеїнової кислоти, так і проміжний характер успадкування з вираженням материнським ефектом. У гібридах другого та третього поколінь, спостерігали послідовне зниження вмісту олеїнової кислоти у насінні соняшнику [33].

Роботами G.N. Fick та A.L. Urie було уперше виявлено частково домінантний ген ознаки високоолеїновості у сорту Первенець, який позначили *Ol*. Різні комбінації схрещування і умови проведення досліджень можуть призводити до зміни ступеня та типу домінування [34].

Характер розщеплення ознаки високоолеїновості у наступних поколіннях пов'язано з впливом генів-модифікаторів і температури повітря у період наливання насіння. У дослідженнях по вивченню успадкування цієї ознаки при трьох температурних режимах (10 °C, 20 °C і 30 °C) спостерігали: у F_1 – проміжне успадкування (10° C) та неповне домінування (20 °C, 30 °C), а у F_2 –

зменшення варіювання в два рази при збільшених температурах. Експресія ознаки високоолеїновості залежала від генотипу і температури в період дозрівання насіння. При збільшенні температури від +10° до +20° С вміст олії в насінні гомозиготної рослини соняшнику у домінантному стані (*OIOI*) зріс від 80 до 86 %, гетерозиготній рослині (*Olol*) від 45 до 80 %, гомозиготній рослині рецесивного генотипу (*olol*) від 15 до 35 % [35].

Рецесивний алель *ol* підвищує вміст олеїнової кислоти, перешкоджаючи утворенню лінолевої кислоти за допомогою дії дезапурази. Механізм зворотного зв'язку контролює домінантний алель *MI*, що підтримує співвідношення олеїнової і лінолевої кислот. Гібридологічний аналіз у першому та другому поколіннях, з використанням беккросів при оцінці генотипів наступних поколінь (F_2 та F_3) дозволило виявити ген-модифікатор, позначений *ml*, рецесивний алель якого в гомозиготі, за наявності домінантного алеля гена *Ol*, призводить до формування олеїнової кислоти більше 80 % в умовах прохолодного клімату центрально-північної частини США [36].

Вивчення високоолеїнових сортів соняшнику дало можливість встановити, що вміст олеїнової кислоти контролюється трьома комплементарними домінантними генами *Ol₁*, *Ol₂* і *Ol₃*, та домінантним модифікатором, що скорочує накопичення вмісту олеїнової кислоти. Максимальна експресія ознаки спостерігається, коли всі 3 гени присутні в домінантному стані [37].

Наступні дослідження показали існування п'яти генів, які контролюють вміст олеїнової кислоти у насінні соняшнику: *Ol₁*, *Ol₂*, *Ol₃*, *Ol₄* і *Ol₅*. Генотипи *Ol₁Ol₁*, *Ol₁ol₁Ol₂Ol₂* та *Ol₁ol₁Ol₂ol₂* мають високий вміст олеїнової кислоти, а генотипи *ol₁ol₁* мають низький вміст олеїнової кислоти. Такі генотипи як *Ol₁ol₁ol₂ol₂*, можуть показати низький, середній або високий вміст олеїнової кислоти в залежності від наявності генів *Ol₃*, *Ol₄* і *Ol₅* [38].

Результатами досліджень було показано, що якісний склад олії у соняшника є суто успадкованою ознакою. Знання закономірностей успадкування високого вмісту гліцеридів олеїнової кислоти в потомстві і при застосуванні міжлінійної

гібридизації соняшнику відкриває широкі можливості в селекції на якісний склад олії.

З урахуванням вимог сучасних виробників сільськогосподарської продукції щодо якості сировини, селекціонери виконують важливе завдання зі створення нових гібридів соняшнику, які б поєднували високий вміст олеїнової кислоти з продуктивністю, високим вмістом олії в насінні, оптимальною тривалістю вегетаційного періоду, стійкістю до основних збудників хвороб та паразитів, а також пристосованістю до інтенсивних технологій вирощування.

1.5. Використання технології marker-assisted selection (MAS) в селекції соняшнику на стійкість до ALS-інгібуючих гербіцидів

Фундаментальною основою селекції рослин, як відомо, є добір конкретних носіїв бажаних ознак. На цьому етапі обов'язкова оцінка популяцій по одній чи кількох ознаках в польових та тепличних умовах. А мета – зібрати бажані комбінації генів у новостворених сортах та гібридах [39].

Протягом останніх 30 років молекулярна біологія значно розширила знання про генетичну архітектуру організмів та процесів, результатом яких є контроль за фенотипом. Методи генної інженерії дозволяють отримати рекомбінантні ДНК із фрагментів генів різних організмів, клонувати штучно створені молекули. Їх включають за допомогою векторів у клітину, чим створюють умови для експресії в клітинах цих ведених чужорідних генів. А виконання будь-якої генно інженерної програми передбачає виділення фрагментів ДНК, що несуть необхідний ген, створення умов для стабільного успадкування та ефективної експресії перенесеного гена в чужорідне генетичне оточення [40].

Застосування молекулярно-генетичного поліморфізму певних ДНК-локусів є ефективним методом в генетиці та селекції сільськогосподарських культур. Аналіз поліморфізму дозволяє оцінити генетичне різноманіття, класифікувати вихідний селекційний матеріал, маркувати гени господарсько цінних ознак [41].

Marker assisted selection (MAS) – це непрямий процес добору, за якого цікава для нас ознака відбирається на основі маркера (морфологічного, біохімічного або варіації ДНК/РНК), яка пов'язана, наприклад, з продуктивністю, стійкістю до хвороб, абіотичних факторів та якістю [42].

Добір за допомогою MAS передбачає використання генетичних маркерів, які кодують специфічні характеристики рослини. Для ефективності маркери повинні виявити поліморфізм між досліджуваними рослинами. А характер поліморфізму змінюватиметься в залежності від застосування маркерної системи. Спочатку маркери, засновані на білкових відмінностях, широко використовувалися. Вони ґрунтувалися на зміні розміру білка, виявленого за допомогою електрофорезу фракціонування розмірів або пов'язаних з ним методів [43].

Наявність схеми повторення ACC у сояшнику у нуклеотидній послідовності білка AHASL дозволило виявити маркер SSR. Праймери р-AHAS18 та р-AHAS19 були розроблені Дж. Колкманом та іншими у 2004 році, для використання різниці розмірів, отриманих у різних аелях. Через свою домінуючу природу цей маркер здатний ідентифікувати алелі, що її переносять гетерозиготні гібриди. Ніякої різниці у розмірі фрагментів не спостерігалось для ліній з аелями *ahas11* та *Ahas11-3*, оскільки обидві вони містять однакову кількість (ACC) повторів у послідовності нуклеотидів. У цьому випадку потрібно було вдатися до іншого типу маркера або фенотипового аналізу, щоб ідентифікувати ці алелі. Послідовність, яка отримана з ліній, що несуть *Ahas11-3* (CL Plus) – це один нуклеотидний поліморфізм у порівнянні з послідовністю, що несе алель *ahas11* (дикий тип). Цей поліморфізм відповідає за амінокислотні зміни з А на Т у положенні 122, що забезпечує високий рівень толерантності до ІМІ в лініях CL Plus. Цей поліморфізм можна було виявити за допомогою ферменту BmgB I, і він був використаний для розробки маркера CAPS [44].

Поліморфізми, виявлені для різних алелей у локусі *Ahas11*, дозволяють розробляти різні типи маркерів, які є ефективними та дієвими для різних селекційних програм, спрямованих на розробку гібридів сояшнику, стійких до

гербіцидів. Розроблені маркери, які відрізняються простотою впровадження та своєю технологічністю, можна адаптувати до різних селекційних програм.

Маркерний відбір на стійкість до гербіцидів інгібіторів AHAS значно спрощує процес розмноження на певних етапах, необхідних для отримання стійких інбредних ліній сояшнику. Маркери SSR дозволяють відрізнити рослини Sures від Imisun, а також від нестійких диких видів та стійких з носієм *Ahas1 1-3*. Маркер CAPS ефективний для створення інбредних ліній сояшнику, що несуть алель *Ahas1 1-3* навіть без застосування фенотипового тесту шляхом обприскування рослин гербіцидом. Крім того, кодомінантна природа цього маркера робить можливим виявлення гомозиготних рослин на останніх етапах процесу конверсії (BC2F2 або BC3F2), що дозволяє зберегти одне покоління нащадків для виявлення гомозигот. Через домінуючу природу маркерів SNP їх також можна застосовувати для перевірки генетичної чистоти насіння будь-якої конкретної стійкої лінії, щоб переконатися, що вона несе потрібну ознаку (Sures, Imisun або CL Plus) на будь-якому рівні тестувань (наприклад, 99%) [45].

Ahas11 - мультиалелевий локус сояшнику, який може мати різні алелі стійкості до гербіцидів інгібіторів AHAS. Кожен з алелей у цьому локусі контролює стійкість до одного або кількох гербіцидів. На сьогодні сояшник має три ознаки толерантності до гербіцидів, відомі як Sures, Imisun та CL Plus. Вони визначають експресію алелей *Ahas11-1*, *Ahas11-2* та *Ahas11-3* відповідно. Однак інтрогресію алелів *Ahas11* у високопродуктивну зародкову плазму сояшнику слід доповнити використанням молекулярних маркерів, щоб однозначно ідентифікувати різні алелі, що беруть участь у забезпеченні стійкості. У цих випадках добір за допомогою маркера дозволяє відбирати рослини без їхньої обробки гербіцидами. Послідовність гена *AHAS1*, що несе різні алелі сприйнятливості або стійкості, показали одонуклеотидні поліморфізми та варіації довжини. Ці відмінності використовувались для розробки трьох типів маркерів ПЛІР (SSR, CAPS та SNP), які дозволяють точно ідентифікувати кожен алель у локусі *Ahas11* [46].

В СГІ-НЦНС у відділі селекції та насінництва гібридного соняшнику спільно з відділом загальної та молекулярної генетики створено вихідний матеріал стійкий до гербіцидів групи сульфонілсечовин. В результаті досліджень виділили 44 генотипів комбінації Sures 2 x OC 1029 B (OCY 1511 B, OCY 1512 B, OCY 1513 B, OCY 1514 B, OCY 1515 B, OCY 1516 B, OCY 1517 B, OCY 1518 B, OCY 1519 B, OCY 1520 B, OCY 1521 B, OCY 1522 B, OCY 1523 B, OCY 1524 B, OCY 1525 B, OCY 1526 B, OCY 1527 B, OCY 1529 B, OCY 1530 B, OCY 1531 B, OCY 1532 B, OCY 1533 B, OCY 1534 B, OCY 1535 B, OCY 1536 B, OCY 1537 B, OCY 1538 B, OCY 1539 B, OCY 1540 B, OCY 1541 B, OCY 1542 B, OCY 1543 B, OCY 1544 B, OCY 1545 B, OCY 1546 B, OCY 1547 B, OCY 1548 B, OCY 1549 B, OCY 1550 B, OCY 1551 B, OCY 1552 B, OCY 1553 B, OCY 1554 B, OCY 1555 B) та 2-х генотипів комбінації Sures 2 x OC 1019 B (OCY 1557 B, OCY 1558 B). Починаючи з першого покоління усі виділені зразки проходили скринінг за ДНК-маркерами гена *AHAS1* для виявлення гомозиготних рослин, які оцінювали в умовах штучного клімату та в польових умовах.

Одночасно з дослідженнями по стійкості до ALS-інгібуючих гербіцидів, ведеться робота по стійкості до соняшнику до збудника несправжньої борошнистої роси (НБР) *Plasmopara halstedii*. Контроль стійкості відбувався не тільки за допомогою лабораторних умов експер-методом, а також за допомогою молекулярних маркерів.

Результати досліджень показали можливість поєднання в одному генотипі два види стійкості (стійкість до гербіциду групи сульфонілсечовин та до НБР), що обумовлено генетично. Стійкість генотипів соняшнику щодо гербіцидів групи сульфонілсечовин необхідно контролювати як за допомогою ДНК-маркерами так і в умовах поля та штучного клімату. Стійкість до НБР краще контролювати в лабораторних умовах, оскільки для стабільно прояву хвороби в польових умовах, потрібні відповідні сприятливі погодні умови.

Створено новий вихідний матеріал – константні, стабільно продуктивні лінії (серед яких лінії-відновники фертильності пилку), які включені в селекційну програму для отримання нових гібридів соняшнику.

1.6. Marker-assisted selection (MAS) в селекції соняшнику на високий вміст олеїнової кислоти в олії

Жирно-кислотний склад олії насіння визначає його харчову цінність та направлення у використанні. Традиційна соняшникова олія містить 600-700 г/кг лінолевої кислоти. Але за допомогою мутагенезу, нові генотипи містять більш ніж 800 г/кг олеїнової кислоти в олії.

Хімічний мутагенез, проведений Солдатовим на популяції соняшнику, дозволив отримати сорт Первенець. В середньому вміст олеїнової кислоти у насінні популяцій отриманих з цього сорту перевищує 65 %, індивідуальних вміст у рослин соняшнику складає від 60 до 80 %, тоді як у класичних популяцій вміст олеїнової кислоти приблизно станове 20 %. Популяція Первенця була розповсюджена по всьому світі та використовувалась в багатьох селекційних програмах для змінення відібраних генотипів з низьким вмістом олеїнової кислоти на генотипи з вмістом олеїнової кислоти більш ніж 80 % [47].

Класичні сорти соняшнику мають високий вміст лінолевої кислоти (низькоолеїнові LO), а ті сорти, які несуть мутацію Первенця, показують збільшений вміст олеїнової кислоти вище 83 % (високоолеїнові OH). Генотипи OH мають специфічний алель олеатдесатурази (OD). Цей фермент каталізує десатурацію олеїнової кислоти в лінолеву кислоту. Даний алель складається із двох частин: перша частина, яка присутня як в OH та і в LO генотипах, несе повноцінний ген OD, друга частина специфічна для HO генотипів та несе OD дуплікацію [48].

Вивчення накопичення мРНК в насіннях LO та HO генотипах показало, що мутація є домінантною та індукує пригнічення мРНК OD. Більш того мала інтерферуюча РНК OD накопичувалася в насінні HO генотипів. У сукупності ці спостереження показують, що мутація зв'язана з дуплікаціями OD, призводить до мовчання гену OD, що призводить до накопиченню олеїнової кислоти. Це відкриття дозволило розробити молекулярні маркери, що характеризують

мутацію, які можна використовувати для полегшення процесу доборів в програмах по розмноженню генотипів [49].

Хімічно індукована мутація значно збільшує рівень олеїнової кислоти та корелює зі значним зниженням експресії олеоїл-фосфатидил холин десатурази (FAD2-1) у розвиваючому насінні соняшнику. FAD2-1 дублюється у високоолеїнових (мутантних) штаммах. Кодомінантні маркери RFLP були розроблені для FAD2-1 та дозволяють ідентифікувати мутацію *Ol*. Тому Gunnar F. та інші розробили маркери INDEL, що визначають наявність чи відсутність мутації *Ol*. Нові алелі FAD2-1, які були виявлені у диких генотипах з низьким вмістом олеїнової кислоти, можливо переносити в елітні генотипи для полегшення селекції, за допомогою маркерів, на добір форм з високим вмістом олеїнової кислоти [50].

У Запоріжжі в лабораторії генетики і генетичних ресурсів Інституту олійних культур ведеться робота по вивченню колекцій соняшнику. Один із головних показників, який вони вивчають, це склад олії в насінні соняшнику. Для контролю ознаки високоолеїновості в колекційних генотипах соняшнику, ними була залучена маркерна технологія. Роботи по аналізу генотипів соняшнику на високий вміст олеїнової кислоти за допомогою маркерів, проводиться в СГІ-НЦНС у лабораторії загальної та молекулярної генетики.

РОЗДІЛ 2

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ (*HELIANTHUS ANNUUS* L.) В Т.Ч. СТІЙКОГО ДО ALS-ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБІЦИДІВ ТА ІЗ ВИСОКИМ ВМІСТОМ ОЛЕЇНОВОЇ КИСЛОТИ В ОЛІЇ

2.1. Особливості вирощування стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів гібридів соняшнику.

Виробнича технологія вирощування соняшнику Clearfield (ImiSun) уперше була впроваджена в Туреччині у 2003 році компанією BASF, далі – в Аргентині, США та інших країнах. Ця технологія поєднує гербіцид Євро-Лайтнінг (д. р. імазапір 15 г/л + імазамокс 33 г/л) та стійкий до цього гербіциду високоврожайний гібрид соняшнику. При потраплянні на бур'яни імазапір та імазамокс швидко поглинаються рослинами через листки та коріння. Ці препарати потрапляють в тканини рослин через ксилему та флоему, де вони діють в якості інгібіторів ензиму ацетолактатсинтази (ALS). Цей ензим присутній лише у рослин та бактерій, у тварин відсутній. Після використання гербіциду не рекомендується проводити механічні обробки міжрядь, оскільки це може порушити гербіцидний екран [51].

Євро-Лайтнінг слід використовувати в період активного росту бур'янів: дводольні не повинні досягати фази 6-х справжніх листків, а злакові – 4-х листків. У даних фазах розвитку бур'янів соняшник зазвичай знаходиться в стадіях 2-6 справжніх листків. Небажано використовувати гербіцид до настання фази 2-х листків. У спектр дії препарату входять такі бур'яни: *Ambrosia*, *Convolvulus arvensis*, *Polygonum convolvulus*, *Sinapis arvensis*, *Xanthium strumarium*, *Fumaria officinalis*, *Stellaria media*, *Abutilon theophrasti*, *Chenopodium album*, *Euphorbia*, *Avena fatua*, *Sonchus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Capsella bursa-pastoris*, *Solanum nigrum*, *Galeopsis tetrahit*, *Galium aparine*, *Echinochloa crus-galli*, *Panicum*, *Agropyron repens* L., *Raphanus raphanistrum*, *Matricaria*, *Setaria*, *Amaranthus*, *Thlaspi arvense*. Також Євро-Лайтнінг стримує розвиток у посівах соняшника

рослини-паразита вовчка (*Orobancha*). Оскільки вовчок починає розвиватися на сояшнику доволі пізно, гербіцид слід застосовувати у фазу 8-10 листків на культурі. Бур'яни гинуть протягом 7-14 днів [52, 53].

Ознака стійкості у технології CL Plus характеризується більшою толерантністю до імідазолінону та дозволяє значно підвищити ефективність контролю бур'янів за рахунок удосконалення рецептури гербіциду. Технологія Clearfield Plus (ImiSun) в Європі в поєднанні з гербіцидом Pulsar 40, який містить Tween20 в якості поверхнево-активної речовини.

В залежності від норми застосування гербіциду, на рослинах з'являється хлороз, але зазвичай через тиждень він зникає. Імазамокс призводить до певних змін в анатомії рослин сояшнику, деформація листків, зменшення числа пазух та потовщення листової пластини.

Pioneer/DuPont та Інститут польових і овочевих культур в місті Нови-Сад (Сербія), були першими, хто випустив на ринок гібриди стійкі до гербіцидів групи сульфонілсечовин. Для створення 100% стійких гібридів, батьківські компоненти, які входять до складу гібриду, мають володіти геном стійкості. В іншому випадку виникає високий відсоток сприйнятливих до гербіциду рослин [54, 55].

Було показано негативну дію сульфонілсечовинних та імідазолінових гербіцидів на рослину-паразит вовчка (*Orobancha cumana* Wallr.) при післясходовій обробці посівів сояшника. Дослідна станція Всеросійського науково-дослідного інституту олійних культур ім. В. С. Пустовойта (ВНПОК) провела ряд дослідів та довела, що при обробці рослин сояшника гербіцидами на стадії 3-х пар справжніх листків значно знижується життєздатність бульб вірулентних популяцій вовчка [56].

Такого ж типу толерантність сояшнику, як із застосуванням Sures було отримано шляхом мутагенезу по лінії HA89, що розробили та впровадили на ринок під назвою ExpressSun фірми DuPont. Як і технологія Clearfield, ExpressSun складається з двох елементів: гербіциду Експрес 75% в. г. та гібриду, стійкого до цього гербіциду з активною речовиною трибенурон-метил. Це гербіцид системної дії, який застосовується по вегетації рослин. Його можна

вносити як одноразово так і у два етапи. Одноразове внесення – у фазу від 2 до 8 пар справжніх листків у дозі 25 – 30 г/га. При внесенні у два етапи спочатку у фазу 2 – 4 пар справжніх листків в дозі 10 г/га, а друге внесення рекомендується у фазу 6 – 8 пар справжніх листків у дозі 15 г/га. Гербіцид діє дуже швидко. При внесенні протягом кількох годин речовина проникає у рослини бур'янів та блокує їхній ріст і розвиток. Дію препарату можна спостерігати на 5 – 8 день, але повністю гинуть бур'яни протягом 2 тижнів [57].

Гербіциди груп ІМІ та SU контролюють у посівах сояшнику великий спектр бур'янів, в тому числі і деякі особливо злісні. Крім цього, обидва класи гербіцидів контролюють і вовчка (*Orobancha cumana*) незалежно від його расового складу, на який не впливають інші гербіциди. Але не виключили можливість контролю вовчка і генетично, коли дана комбінація забезпечить найефективніший спосіб контролю рослини-паразита [58].

2.2. Особливості вирощування високоолеїнових гібридів сояшнику

З метою отримання високоолеїнового сояшнику сільгоспвиробники повинні чітко дотримуватися певних вимог, які є головними складовими успішного вирощування культури. Згідно даних Реєстру культур України налічується близько 300 найменувань сояшнику різної селекції і тільки 1/5 з них відноситься до високоолеїнових. Найбільше цінується сояшник із вмістом олеїнової кислоти не менше 80 %, тому при виборі насіннєвого матеріалу треба чітко знати генетичний потенціал гібриду, який при дотриманні всіх інших умов зможе його реалізувати. Наступний етап, це вибір попередника і системи підготовки ґрунту та догляду за рослинами високоолеїнового сояшника, що набуває особливого значення за посушливих.

При вирощуванні високоолеїнових гібридів слід пам'ятати, що для реалізації їх високого генетичного потенціалу за вмістом олеїнової кислоти, дуже важливо, пилом якої рослини будуть вони запилені. Для запобігання погіршення якості отриманого насіння високоолеїнового сояшнику потрібно дотримуватися

просторової ізоляції у 400–500 м від звичайного соняшнику, або у часовій ізоляції, підбираючи гібриди за групами стиглості, що забезпечить цвітіння у різні строки та уникнення переzapилення із звичайним соняшником. В сучасних умовах, за неймовірно високого насичення ріллі посівами звичайного соняшнику, іноді просто неможливо досягти просторової ізоляції для високоолеїнового соняшнику. У такому разі сільгоспвиробнику необхідно диференційовано підійти до збирання такого поля, для відокремлення ділянок із низьким умістом олеїнової кислоти, де не було дотримання просторової ізоляції, щоб не допустити змішення та зменшення умісту олеїнової кислоти і зниження якості насіння. Взагалі процес збирання високоолеїнового соняшнику дуже ускладнюється при недотримання цих вимог, так як вимагає постійного контролю якості зібраного насіння у процесі збирання. Крім того не ефективно вирощувати високоолеїновий соняшник у зоні з різкоконтинентальним кліматом, де під час цвітіння та наливу насіння соняшнику, відбуваються різкі коливання температури повітря у день та у ночі що може суттєво вплинути на уміст олеїнової кислоти [59, 60].

2.3. Попередники та підготовка ґрунту

При виборі попередників слід уникати багаторічних трав, сортових культур, кормових та цукрових буряків, тому що вони забирають вологу з тих же горизонтів, що і соняшник. Особливу увагу на це мають звернути у південних посушливих регіонах. Не слід розміщувати насіннєві ділянки соняшнику по овочах, гороху і навіть пшениці, посіяній по гороху, а також по буряках, бо вони є резерваторами гнилей. Кращі попередники – це колосові культури, кукурудза.

Поряд з забезпеченням посівів кращими попередниками, велика роль відводиться підготовці ґрунту до висіву насіння. Враховуючи те, що лінії – це продукт самозапилення і мають дещо знижену польову схожість та енергію проростання, насіння батьківських ліній слід заробляти не глибоко в вологий шар ґрунту. Головне завдання – отримати дружні сходи. Це дозволить скоротити період проведення сортопрополки, особливо видалення фертильних рослин в

рядках материнської форми в період квітіння. Тому необхідно зберегти вологу і забезпечити заробку насіння материнських ліній на глибину 6-7 см, а ліній відновників фертильності пилку – на глибину 4-5 см. У цьому випадку найбільш підходить вологозберігаюча технологія підготовки ґрунту до сівби, що характерна для цукрових буряків, з тим же комплексом культиваторів (типу УСМК-5,4).

При встановленні термінів висівання насіння ліній слід враховувати, що найбільш оптимальною є температура ґрунту на глибині загортання насіння 10-12 °С, а також доступної вологи біля 60 мм.

2.4. Удобрення посівів

Соняшник належить до культур з помірною реакцією на удобрення. Ефективність добрив зумовлюється строками, способами їхнього внесення, наявністю у ґрунті макро- і мікроелементів, погодними й ґрунтово-кліматичними умовами. Слід використати мінеральні під час основного обробітку ґрунту чи під час сівби локально. Перевагу слід віддавати фосфорним і калійним добривам із розрахунку P_{30-40} , K_{50-60} . Азотні добрива в надмірних дозах вносити на насіннєві ділянки не слід, бо вони затягують цвітіння рослин і їх дозрівання.

Відомо, що соняшник на формування одного центнера насіння виносить з ґрунту від 4 до 7 кг азоту, 1,3-3,5 кг фосфору та 6-16 кг калію. Активно на ранніх фазах розвитку рослин соняшник поглинає і накопичує в тканинах фосфор. Вже на початок створення кошика він засвоює близько 52 % фосфорної кислоти. Тому забезпечення повноцінним мінеральним живленням рослин вже на перших етапах онтогенезу має велике значення для підвищення врожайності насіння та формування врожайних властивостей. Обробка насіння ростактивуючими сполуками.

Важливе значення в агротехніці вирощування насіння має внесення мікродобрив. Наявність мікроелементів у ґрунті не тільки створює оптимальні умови живлення материнських рослин у насіннєвому посіві, що забезпечує отримання високого врожаю, а й збільшує їхній уміст у насінні, що позитивно

впливає на його врожайні властивості. Мікроелементи створюють внутрішнє середовище рослинного організму, визначають спрямованість та активність дії ферментів і обмін речовин. Вони покращують стійкість рослин до несприятливих умов, хвороб і шкідників.

2.5. Висівання насіння

Слід ретельно добирати диски висівних апаратів з відповідними отворами, маючи на увазі те, що насіння батьківських форм дрібне, особливо ліній відновників фертильності пілку – 1,4-1,5мм. Щоб запобігти просівам, необхідно в кінці гонів перевіряти роботу висівних апаратів.

Якщо одержано не відкаліброване і не інкрустоване насіння, цю роботу слід провести до початку сівби в господарстві – відкалібрувати і протруїти сучасними хімічними препаратами.

2.6. Захист рослин від шкідників та хвороб

З метою попередження зріженості посівів слід організувати боротьбу із шкідниками насіння, сходів і дорослих рослин.

За чисельності дротяників, несправжніх дротяників та інших шкідників 5 екземплярів на 1 м² і більше здійснюють передпосівне протруювання насіння інсектицидними препаратами: Актеллік 500 ЕС, КЕ, Карате 050 ЕС, к. е. або Децис Профі 25 WG. ВГ.

Відповідно до результатів фітоекспертизи насіння та прогнозів поширення хвороб, що лімітують урожай, на кожному етапі онтогенезу слід обробляти насіння та посіви відповідними фунгіцидами.

Так, проти збудників сірої та білої гнилей і пліснявіння насіння проводять передпосівне протруєння насіння не раніше 7-10 днів до його висівання наступними препаратами: Роялфло 480 в.с.к., Фаєр Нертус, Форсаж КС.

Проти збудників несправжньої борошнистої роси, гнилі, фомозу,

пліснявіння насіння протруюють Глорі, ВГ, Альфа-Стандарт, Фаєр.

У фазі 4-6 пар справжніх листків та цвітіння, формування і наливу насіння проти фомопсису, білої та сірої гнилей посіви обприскують Дерозалом, к.е. -1,5 л/га.

2.7. Контроль бур'янів

З висіванням відкаліброваного насіння сівалками точного висіву, коли відпадає необхідність формування густоти стояння рослин вручну, з бур'янами на ділянках розмноження насіння батьківських форм слід боротися за допомогою гербіцидів.

При плануванні типу гербіцидів, строків та способів їх внесення слід враховувати вид бур'янів і ступінь забур'янення, вологість ґрунту та інші чинники, які сприяють підвищенню ефективності їх застосування.

Гербіциди суцільної дії вносять восени по вегетуючих бур'янах після збирання урожаю попередньої культури або не менше, ніж за 2 тижні до висівання соняшнику: Кліник Макс, Раундап, Гліфосад.

Ґрунтові гербіциди вносять до сівби, під час сівби, але до сходів культури, з заробкою їх у ґрунт проти злакових однорічних та дводольних бур'янів: Харнес, Дуал Голд, Трофі 90, Гезагард, Гайтан.

Страхові гербіциди вносять у фазі 2-4 листків у соняшника за висоти бур'янів 10-15 см: Селект 120, Топланц 240, Оберіг Гранд, Фюзілад Форте 150 ЕС.

РОЗДІЛ 3

СИСТЕМА НАСІННИЦТВА СОНЯШНИКУ (*HELIANTHUS ANNUUS* L.) В Т.Ч. СТІЙКОГО ДО ALS-ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБИЦИДІВ ТА ІЗ ВИСОКИМ ВМІСТОМ ОЛЕЇНОВОЇ КИСЛОТИ В ОЛІЇ

Система насінництва гібридного соняшнику, з використанням цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС), складається із двох ланок. Перша ланка, це науково – дослідні установи (оригіратори) та їх мережа (дослідні станції або господарства), які вирощують батьківські форми цих репродукцій.

Друга ланка – спеціалізовані виробники насіння усіх форм власності, які працюють самостійно або об'єднанні в асоціації – вирощують насіння першого покоління (F_1) для посіву на товарні цілі.

Насіннеочисні підприємства (заводи) відносяться до підприємств, які працюють на основі ліцензійних угод та патентів, наданих від оригіраторів, а також Міністерством аграрної політики та продовольства України

Селекційні установи – оригіратори, їх дослідні господарства, а також інші науково – дослідні формування і науково – виробничі фірми на угодах ліцензування та ексклюзивних угод вирощують добазове та базове насіння самозапилених ліній і їх стерильних аналогів, насіння ліній відновників фертильності пилку, на які є усі дозвільні документи, які увійшли в посівні програми з насінництва в державі.

Всі ланки насінництва гібридного соняшнику тісно пов'язані між собою. Все це вимагає узгодженості робіт всіх суб'єктів насінництва. Невиконання або неякісне виконання своїх обов'язків призведе до зниження генетичної чистоти та потенціалу гібридів, до втрати ними стійкості до біо- і абіотичних чинників.

3.1. Завдання насінництва гібридного соняшнику

Завдання оригінатора полягає: – в збереженні на високому рівні (до 100%) генетичної цінності ЦЧС – материнських форм та RfRf – відновників

фертильності пилку, крім того збереження максимального (98-100%) рівня чоловічої стерильності;

– підтриманні гомозиготності генетичних детермінантів, які контролюють генетично спадкову стійкість до вірулентних популяцій вовчка, існуючих рас патогенів, збереження високого вмісту окремих жирних кислот, токоферолів, вмісту олії, лущинності, основних фенотипових ознак тощо;

– підтриманні на високому рівні загальної (ЗКЗ) та специфічної (СКЗ) комбінаційної здатності за основними господарсько-цінними ознаками.

Для ліній закріплювачів стерильності (ЦЧС_{RfRf}), поряд з зазначеним, обов'язкова вимога збереження близького до 100% рівня закріплення стерильності.

Початкові ланки насінництва, що віднесено до категорії добазового ведуть оригіратори – селекційні установи за відповідним регламентом.

3.2. Розсадник самозапилення 1-й рік

У цьому розсаднику проводять самозапилення ліній групи “Б” під ізоляторами від 100 до 600 кошиків, кращих за морфотипом, неуражених хворобами, вовчком тощо. Після збирання урожаю проводять оцінку нащадків за вмістом олії, стійкістю до вовчка, несправжньої борошністої роси (НБР) та інших хвороб. У спеціалізованих ліній – за вмістом окремих жирних кислот (ЖК) та токоферолів, у ліній стійких до Євролайтингу або Гранстару чи їх аналогів за ступеню стійкості.

3.3. Розсадник парних схрещувань, 2-й рік

Відібрані кращі рослини ліній групи “Б” за польовими та лабораторними даними висівають почергово з рядками стерильного аналога (лінія групи “А”), типовими за ознаками, з високим ступенем зав'язування насіння. На початку цвітіння ізолюють попарно рослини групи “А” та “Б” спеціальними ізоляторами.

Одночасно з запиленням лінії “А” проводять самозапилення лінії “Б” з об’ємом виробки не менше як 100 пар.

З метою підвищення рівня зав’язуваності насіння необхідно повторити примусове запилення. Після опилання кожної пари необхідно проводити обробку рук спиртом. Після збирання найкращих пар необхідно провести лабораторну оцінку нащадків за вмістом олії, стійкістю до хвороб, паразитів і шкідників.

3.4. Розсадник оцінки нащадків, 3-й рік

Кращі нащадки з розсадника парних схрещувань висівають по чергово (“А” і “Б”) розсадник і оцінки з метою перевірки ідентичності за морфотипом, складом і вмістом олії, стійкістю до вовчка, основних хвороб, висотою рослин, типовістю насіння, нахилу кошика, розміром і формою листя, стебла, кошика тощо.

За результатами польових досліджень вибирають ті сім’ї, які не відповідають рівню стерильності (100%), нетипові за морфотипом та іншими ознаками, включаючи продуктивність окремих рослин і сукупні урожайності рослин на ділянці. Через 10–20 пар, в якості контролю, висівають насіння еліти цієї лінії.

3.5. Розсадник групових схрещувань, 3-й – 4-й рік

Кращі за рівнем стерильності, морфотипом, вмістом олії, а також окремих жирних кислот, стійкі до гербіцидів груп імідазолінонів або сульфонілсечовин (якщо селекція проводилась на данні ознаки), вовчка, НБР та інших хвороб тощо, нащадки стерильного аналога (“А”) та фертильного (“Б”), висівають попарно в 2 або в 4 рядки відповідно. Типові фертильні рослини (“Б”) ізолюють і запилюють сумішкою пилку кожного потомства окремо. Частиною суміші пилку запилюють типові стерильні рослини (“А”) цієї пари під ізоляторами. Запилюють до 100 кошиків кращих сімей, для отримання насіння з розрахунку на посів в груповому ізоляторі, де розміщується на одному квадратному метрі (1,43м x

0,70м) до 8 рослин. При наявності просторової ізоляції 5000 м посів може здійснюватися на відкритій ділянці для вільного запилення. В груповому ізоляторі перед установкою арматури та сітки, необхідно провести диференційовану обробку рослин сояшника хелатними добривами, біопрепаратами, ростстимулюючими сполуками та інсектофунгіцидами, які не будуть шкодити джмелям. На один груповий ізолятор, об’ємом 130 м x 4,5 м необхідно установити вулик з джмелями за тиждень до розкриття квіток. В груповому ізоляторі і на ділянці з вільним запиленням необхідно видалити сім’ї сояшнику з фертильними рослинами, уражені хворобами, а також нетипові за морфотипом. При розкритті квіток сояшника, навіть при наявності джмелів в груповому ізоляторі, необхідно провести додаткове запилення спеціально навченими робітниками.

Збирання проводиться комбайном або вручну з наступним обмолотом на молотарках з провіюванням. Основна увага приділяється ретельному обмолоту кращих сімей, як групи “А” так і “Б” (окремо). Після цього потомства оцінюють в лабораторних умовах за вмістом олії, ЖКС, лущинністю, панцирністю, а також стійкістю до вовчка та хвороб. Кращі сім’ї використовують на посів. Можна об’єднати кілька сімей при гарантії повної ідентичності за всіма ознаками. При можливості проводять аналіз на ідентичність в лабораторних умовах з використанням ПЛР методів.

3.6. Розмноження насіння при вільному запиленні, 5-й рік

Ділянка розмноження елітного насіння визначається заздалегідь. Кращий попередник, високий рівень НРК, низький рівень забур’яненості – це характерні вимоги для ділянки розмноження і гарантія забезпечення високої урожайності та отримання високоякісного насіння стерильного аналога (“А”) будь якої лінії, яка на наступний рік забезпечить мінімум затрат на ділянках гібридизації. Необхідно дотримуватись норм просторової ізоляції для ліній з підвищеним вмістом

окремих кислот, стійкістю до хвороб і вовчка, а також до гербіцидів широкого спектру дії.

Схеми посіву

Схеми посіву “А” і “Б” залежить від їх біологічних особливостей та наявності спеціалізованих сівалок. До біологічних особливостей необхідно віднести – здатність фертильної лінії (“Б”) продукувати пилок, а стерильного аналогу (“А”) приймати його в період запилення та запліднення. Окремі материнські форми мають низький рівень зав’язуваності насіння, але мають високі ефекти комбінаційної здатності. Для таких форм потрібне додаткове запилення бджолами і джмелями. Посіви таких ліній необхідно розміщувати поблизу з “заказниками (заповідниками)” – ділянками недоторканої природи, в садах тощо.

Найбільш поширені схеми посіву: з міжряддям 70 см:

6:0:4:0; 8:0:6:0; 14:0:8:0

з міжряддями 45 см:

14:0:8:0; 12:0:10:0*

Примітка.

0* - пустий рядок.

Корисні схеми посіву дозволяють провести всі технологічні операції, як по вирощуванню, так і забезпеченню контролю стерильності.

Пустий рядок, як правило, заростає бур'яном. В зв'язку з цим можна засіяти “маячну” культуру. Поворотні смуги насінням ліній не засівають. Сівбу ділянок розмноження проводять у напрямку з півночі на південь.

Якщо виникає потреба в розмноженні лінії “Б”, то її висівають з одного або з двох боків ділянки розмноження. Це дає додаткову кількість пилку та більш якісне запилення стерильного аналога “А”.

Оскільки запилення на ділянці розмноження вільне, особливу увагу необхідно звернути на своєчасне видалення нетипових рослин у кожному потомстві (“А” і “Б”), щоб не допустити біологічного засмічення. Робітники ще до

цвітіння під наглядом фахівця (агронома, наукового співробітника) видаляють нетипові за морфотипом, гіллясті, уражені хворобами рослини соняшника. Також ця процедура здійснюється в період цвітіння. В цьому випадку видаляють нетипові рослини, що залишились за попередніх прополок, а саме головне видаляють фертильні рослини в рядках стерильного аналога (“А”). Така робота проводиться щодня на світанку, до льоту комах, з 5 до 8 ранку, коли пиляки не розтріскались і вони не можуть переносити пилок.

3.7. Вирощування простих стерильних гібридів (F₁)

Насіння простих гібридів економічно вигідне, тому що прості стерильні гібриди (F₁), в якості материнської форми на ділянках гібридизації забезпечують в 2–3 рази більшу урожайність і вихід якісного насіння. Маса 1000 насінин такого насіння може складати від 60 до 100 г в залежності від гібриду і густоти стояння рослин на 1га.

Проте трилінійні гібриди соняшнику мають право на існування.

Дослідження, які проводять в ряді інститутів свідчать, що в умовах недостатнього зволоження ці гібриди мають ряд переваг в порівнянні з простими відновленими гібридами першого покоління.

Якщо до схрещувань в розсаднику стерильного гібриду (F₁) залучаються генетично віддалені лінії то на ділянках гібридизації має місце прояв ефекту гетерозису по урожайності, висоті рослини та інших господарсько-цінних ознаках.

Для одержання стерильних гібридів (F₁), використовують добазове або базове насіння стерильної лінії “А” та закріплювача стерильності “Б”. При цьому важливо, щоб строки цвітіння їх співпадали: краще щоб лінія “Б” випереджувала лінію “А” на 2–3 доби.

Головне завдання насінництва батьківських компонентів зводиться до підтримання типовості лінії за основними господарсько-цінними ознаками та здатністю зберігати 100 % стерильність. З цією метою необхідно закладати один

раз на 2–3 роки розсадник оцінки нащадків ліній для перевірки здатності закріплювати стерильність і давати гібрид типовий за морфотипом. Для цього насіння стерильної “А” та фертильної “Б” лінії згідно з формулою простого стерильного гібрида (F_1), висівають по чергові рядками. Після ретельної перевірки рослин групи “А” на стерильність відбирають типові за морфотипом пари. Для подальшого використання, тобто розмноження в групових ізоляторах або на ізольованих ділянках добирають з резерву те насіння, яке відповідає вимогам за повнотою стерильності, стійкості до хвороб, вовчка, гербіцидів тощо, в об’ємах відповідних до плану. В період цвітіння стерильної лінії “А” та її закріплювача “Б” проводиться розмноження останньої, шляхом самозапилення з послідуною перевіркою закріплюючої здатності.

3.8. Добазове насінництво ліній-відновників фертильності пилку

Насінництво ліній відновників фертильності пилку засновано на принципах чергування самозапилення і сібсхрещування. За допомогою інбридингу необхідно постійно досягати гармонічного стану генетичних детермінантів, які контролюють 100 % відновлення фертильності пилку, стійкість до НРБ, вовчка, високий вміст олеїнової кислоти, стійкість до гербіцидів тощо.

Такі ознаки як стійкість НБР, високий вміст окремих жирних кислот проводять в лабораторних умовах і фітотронах.

Контроль 100 % відновлювальної здатності, окремих цінних господарських ознак, довжина вегетаційного періоду, проводять в польових умовах.

3.8.1. Розсадник самозапилення, 1-й рік

На ділянках добазового та базового насіння добирають не менш як 100 кошиків типових, повністю фертильних, без ознак прояву хвороб, стійких до вовчка тощо і ізолюють їх індивідуальними ізоляторами. Інбредне потомство оцінюють в лабораторних умовах на вміст олії, окремих жирних кислот, на

стійкість до несправжньої борошнистої роси, вовчка, по можливості до інших хвороб, як ризопус, фомоз, фомопсис, біла та сіра гнилі, іржа.

3.8.2 Розсадник парних схрещувань, 2-й рік

Кращі ідентичні потомства ліній “В” від самозапилення висівають через рядок поруч з ЦЧС лінією материнською формою “А” – згідно формули гібридної комбінації.

До початку квітування вибраковують нетипові пари. На парах які залишаються після бракування ізолюють комбінованими ізоляторами попарно “А”/“В”. З початком квітування їх перезапильють шляхом легкого потірання їх кошиків. При цьому з запиленням суцвіть ліній “А”, проводиться самозапилення рослин соняшника лінії відновника фертильності пилку “В”.

3.8.3. Розсадник оцінки нащадків, 3-й рік

Кращі пари від схрещувань після попарної оцінки висівають по чергові декілька разів з таким розрахунком щоб лінії групи “В” було 50-60 на початок цвітіння, а відновленого за фертильністю пилку F_1 – не менше 100 рослин. Після обстеження рослин F_1 на відновлення фертильності пилку і оцінки однорідності та типовості, відмічають рослини лінії “В”, які повністю передали свої здібності, кращі потомства лінії “В” добирають для використання в групових ізоляторах в кількості необхідній для виконання посівних програм насінництва по відповідному комерційному гібриду.

3.8.4. Розмноження ліній відновників фертильності пилку (“В”) при вільному запилення в груповому ізоляторі

Після всебічної лабораторної оцінки гомозиготних нащадків ліній “В” на наявність генетичних детермінантів стійкості до НБР, вовчка, 100 % відновлення

фертильності пилку, високого вмісту олії і окремих жирних кислот тощо, висівають в груповому ізоляторі.

Особливу увагу приділяють видаленню нетипових рослин, з симптомами захворювань, з високою енергією росту, з різним за строками цвітінням. Не типові рослини видаляють в процесі сортових та фітосанітарних прочисток. З метою збільшення кількості насіння в групових ізоляторах проводиться додаткове запилення спеціально навченим персоналом.

При збиранні останній раз проводиться огляд усіх рослин. Збирання здійснюється окремим комбайном на пряму або вручну в тару для подальшого обмолоту на спеціальних молотарках.

На ділянках розмноження батьківських форм проводять весь комплекс агротехнічних заходів у відповідності, з інтенсивними технологіям вирощення соняшнику.

3.8.5. Розмноження ліній “В” при вільному запиленні на ізольованих ділянках

При розмноженні ліній “В” на ізольованих ділянках важливе значення має просторова ізоляція, яка складає не менше 3000 м. При цвітінні рослин соняшника дуже важливе використання бджіл та джмелів. На ізольованих ділянках контролюють такі ознаки, як гіллястість, польова стійкість до НБР, вовчка, фомосису, сірої та білої гнилей, різпусу, фомозу, іржі, бурої вугільної плямистості, висоту рослин, форму кошика, тип листової поверхні тощо.

Не типові рослини видаляють у процесі сортових та фітосанітарних прополювань.

Насіння ліній “В” необхідно вирощувати з 2-3 річним запасом.

3.9. Сортів та фітосанітарні прополки

Щоб отримати насіння батьківських форм з високим, близьким до 100-

відсоткового рівня чистоти і генетичної цінності, необхідно поряд з забезпеченням високого рівня агротехніки, відповідної ізоляції посівів, регулярно і вчасно проводити сортові та фітосанітарні прополки на всіх етапах насінництва. Особливо це важливо при цільовому запиленні рослин батьківських компонентів. Невчасне видалення нетипової рослини може призвести до небажаного запилення кількох сотень рослин, адже в кожному суцвітті-кошику налічується до 1500-3000 трубчастих квіток, які продукують до 28-30 млн. пилових зерен. І якщо вони виділяють пилок, не передбачений формулою даної лінії, це призведе до появи великої кількості нетипових рослин у потомстві.

Дуже важливо проводити попереднє прополювання ще до початку квітування. Адже нетипові рослини можливо вирізнити вже з появою 2-3 пар перших справжніх листків, і видалення їх за висотою, формою і зазубренням та гофруванням листя та слід закінчувати у фазі 4-5 пар справжніх листків. Цю роботу можливо поєднувати з формуванням густоти стояння рослин та прополювання від бур'янів. Проводять 2-3 прополювання як у посівах стерильного аналога, так і в рядках лінії-запилювача. Якщо ця робота виконана вчасно і ретельно, то на період квітування залишиться тільки видалити незначну кількість вищеплених фертильних рослин з стерильної лінії та нетипових рослин, що тільки з'явилися. Одночасно видаляють рослини, уражені хворобами, вовчком, з нетиповою гіллястістю тощо. Та якщо прополки до початку квітування проводять протягом дня, то в період квітування це слід виконувати тільки на світанку, зі сходом сонця і закінчувати о 8-9 годині. Після зазначеного часу, в залежності від вологості повітря, починають розтріскуватись пиляки і пилок переноситись комахами непередбачений формулою даної лінії.

Щоб уникнути небажаного запилення, стежать, щоб вулики з бджолами не завозили з інших форм квітучого соняшнику, або пізніше 10-12 днів до початку квітування насінневої ділянки.

Основну увагу в період квітування приділяють видаленню (відчуженню) кошиків з фертильними квітками в стерильній лінії. Це роблять вручну, краще без ножів, шляхом відламування кошика, коли починає квітнути периферійний ряд

трубчастих квіток. Відламаний кошик кладуть на землю квітками до землі і притискують ногою. Неперевернений таким чином кошик вважається невиданим і враховується при польових обстеженнях як фертильний, квітучий. Починати ці прополки слід на початку квітання стерильної лінії коли квітучих рослин не більше 2-3 % (бо в цей період найбільше вищеплюється і фертильних рослин), проводити їх щодня і закінчувати після завершення квітання всього масиву. Щоб запобігти появі пасинків одночасно з видаленням кошиків зламують під корінь і стебло. Водночас видаляють і нетипові рослини. Після закінчення цвітіння лінію-запилювач збирають на корм (якщо немає потреби збирання її в повній стиглості на насіння).

До початку збирання врожаю насіння лінії проводять 2-3 фітосанітарні прополки, причому останню - перед безпосередньою десикацією чи збиранням урожаю. Видаляють кошики чи рослини, вражені білою і сірою гнилями, несправжньою борошнистою россою та іншими хворобами. Особливу увагу приділяють видаленню з посіву рослин, уражених склеротиніозом, бо склероції видалити з насіння за допомогою його очищення практично неможливо.

На кожну прополку складають відповідний акт на виконані роботи.

3.10. Польовий контроль за дотриманням методики вирощування насіння

Безпосередній внутрішньогосподарський контроль за якістю проведення всіх агротехнічних робіт, сортових і фітосанітарних прополок здійснюють агрономи - насінники господарств чи спеціально закріплені досвідчені спеціалісти. Вони організовують розподіл ділянки розмноження насіння ліній індивідуальні норми з розрахунку не більше 1 га на людину, закріплюють персонально за кожним робітником, дають роз'яснення з кожного технологічного прийому і контролюють якість і ретельність його здійснення. При цьому не залишають жодної не прополотої норми на другий день (в разі невиходу хоча б однієї з "нормовичок"), а прополкують її групою робітників чи усім колективом. Кожну прополку фіксують в журналі.

Ретельність і своєчасність виконання передбачених технологією і методикою насінництва агрозаходів та прийомів, а також рівень типовості контролюють шляхом проведення польових обстежень та апробації. Типовість, наявність домішок, ураження хворобами та пошкодження шкідниками соняшнику визначають під час огляду рослин "на пні". При цьому виділяють такі групи: рослини основного типу, нетипові (домішки), рослини інших культур, ушкоджені шкідниками та уражені хворобами, карантинні об'єкти, недорозвинені рослини основної групи.

Типовість посіву визначають відношенням кількості рослин та сім'янок основного типу до числа проаналізованих, панцирність - кількості панцирних до числа типових сім'янок.

Граничні норми типовості різних категорій посівів складають для базового насіння 99,9 %, базового – 99,5 %, панцирність - відповідно 99,0 %, 98,0 %. Відхилення при цьому допустимі лише на рівні 0, 1 %.

При засміченні посівів карантинними об'єктами та бур'янами, насіння яких важко відокремлюється, в акті польових обстежень чи апробації про це роблять помітку і вживають заходів до ретельного прополкування посівів, а також залучають до обстежень та апробації представників карантинних інспекцій.

3.10.1. Польові обстеження

Головне завдання польових обстежень полягає в оцінці своєчасності і ретельності видалення фертильних рослин в материнській лінії, а також нетипових рослин для обох батьківських компонентів з метою недопущення небажаного переапилення.

Польовому обстеженню підлягають ділянки розмноження стерильних аналогів материнських ліній.

З початку і до повного квітання стерильних форм державний інспектор проводить 3 польові обстеження:

перше, коли квітуть 10-15 % рослин стерильного аналога;

друге, коли квітують приблизно 50 % рослин;

третє, коли квітують 90-100 % рослин.

Між обстеженнями має бути інтервал у 3-4 дні, здійснюють його без попередження керівників та спеціалістів насінневих господарств.

Порядок обстеження ділянок розмноження насіння такий:

Інспектор спочатку проходить по діагоналі і обстежує рядки рослин стерильної форми. При цьому враховують кількість залишених при проведенні останньої прочистки та таких, що з'явилися знову, фертильних рослин. Не перевернуті до землі квітками фертильні суцвіття, зірвані при прополках, також враховують як фертильні.

Одночасно з фертильними рослинами в стерильних формах враховують рослини, уражені хворобами та вовчком.

У такому ж порядку при проходженні по діагоналі у зворотному напрямку обстежують рядки рослин фертильного аналога (закріплювача стерильності) на ділянках розмноження насіння ліній чи стерильного материнського гібрида або лінії відновника фертильності пилку на ділянці розмноження. При цьому враховують рослини, уражені хворобами та вовчком.

3.10.2. Апробація посівів та лабораторний контроль насіння

При польовій апробації визначають придатність вирощеного насіння ліній для використання на насінневі цілі. Результати апробації батьківських ліній на ділянках розмноження заносять в акт апробації на ділянках розмноження стерильних материнських форм (форма акту № 196), а ліній відновників фертильності пилку та закріплювачів стерильності - № 197.

До апробації посівів приступають на початку повної стиглості.

Комісія (апробатор), проходячи поле по діагоналі, зупиняється через рівні проміжки і в кожному з 50 пунктів відбирає з 10 рослин поспіль по дві нормально розвинені сім'янки, відступаючи приблизно на 1/3 від краю кошика, і складає їх у мішечки з тканини або цупкого паперу. Одночасно з відбором сім'янок комісія

(апробатор) оглядає ці ж рослини для визначення ураження їх вовчком і хворобами, типовості за морфотипом та записує результати огляду в журнал.

Відібрані сім'янки в кількості 1000 штук ретельно перемішують і ділять на дві рівні частини, одну з них аналізують, а іншу зберігають на випадок перевірки. Аналіз зразка починають з визначення типовості сім'янок, яку встановлюють за розміром, формою, смугастістю і забарвленням окремих сім'янок. У результаті цього аналізу всі сім'янки кожного зразка розділяють на 2 групи: типові для даної форми і нетипові.

В зареєстрованих формах соняшнику сім'янки за забарвленням слід розбити на такі групи, для яких типовими є: темно-смугасте, тобто чорне з сірими смужками; сіро-смугасте, тобто сіре з білими смужками; чорновугільне; буре. Нетиповими є гризові фуксинки (чорно-фіолетові), білі та сріблясті.

Після закінчення аналізу підраховують кількість типових і нетипових для ліній сім'янок і записують в журнал та акт.

Після виділення типових сім'янок визначають їх панцирність (для ліній відновників фертильності пилку панцирність не визначають).

Панцирність форм з сіро-смугастим забарвленням визначають шляхом зшкрябування лезом ножа епідермісу і пробкової тканини з ребра кожної сім'янки або ошпарюванням окропом. При останньому способі всю групу типових сім'янок кладуть у скляний, емальований або алюмінієвий посуд, заливають окропом і витримують в ньому 10 хвилин. Потім воду зливають і кожну сім'янку оглядають. Не панцирні з них після ошпарювання набувають більш світлого, сіруватого забарвлення, тоді як у більшості панцирних форм сім'янки мають більш темне забарвлення (чорне).

Панцирність форм з чорним і бурим забарвленням сім'янок визначають хімічним способом в лабораторіях. Поміщені в скляний посуд типові сім'янки заливають сумішшю, яка складається з 85 частин (за об'ємом) 13 %-го розчину двохромовокислового калію і 15 частин концентрованої сірчаної кислоти. Цим реактивом сім'янки обробляють при кімнатній температурі протягом 30 хвилин. Під дією реактиву епідерміс і пробковидна тканина сім'янок знебарвлюються і на

панцирних сім'янок виявляється чорний пігмент панцирного шару, який відсутній у безпанцирних сім'янок.

Типовість і панцирність визначають у відсотках по відношенню до проаналізованих.

При встановленні типовості слід виходити з числа сім'янок, типових для даної форми, незалежно від їх панцирності. Відсоток панцирності слід визначати відношенням тільки за кількістю панцирних сім'янок з числа типових для даної форми.

Приклад. З 500 сім'янок до типових віднесено 478, до нетипових - 22. Отже, типовість становить 95,6 %. З 478 сім'янок до панцирних віднесено 465, до безпанцирних - 13. Отже, панцирність 97,3 %.

Хвороби сояшинику - суху і сіру гнилі, склеротиніоз, фомопсис, несправжню борошністу росу та інші визначають у відсотках до числа оглянутих рослин. Відсоток уражених вовчком установлюють від загальної кількості оглянутих рослин. Ступінь ураження визначають шляхом поділу всіх квітконосів вовчка на кількість уражених рослин із оглянутих.

Типовість за морфологічними ознаками у % визначають відношенням типових рослин до кількості оглянутих.

РОЗДІЛ 4

ОСОБЛИВОСТІ ЗБИРАННЯ, ОЧИЩЕННЯ ТА ГРУНТОВИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОЩЕНОГО НАСІННЯ

Збирання урожаю насіння з ділянок розмноження має деякі особливості. На ділянках розмноження базового насіння, що займають невелику площу, урожай краще збирати в два етапи. У фазі поживтіння 90-95% кошиків їх зрізують вручну і нанизують на укорочене стебло сім'янками донизу і витримують у полі до тих пір, поки вологість насіння зменшиться до 10-11 %. Підсушене таким чином насіння обмолочують комбайном чи молотаркою. При наявності малогабаритних селекційних комбайнів збирають в одну фазу при повній стиглості насіння. Урожай на ділянках розмноження базового насіння збирають прямим комбайнуванням, але в 2 етапи - спочатку викошують рядки лінії-запилювача (на корм чи на зерно), а потім, упевнившись, що не залишилось жодної рослини цих ліній, приступають до збирання стерильної форми.

На ділянках розмноження при необхідності проводять десикацію. При цьому спостерігають за динамікою зниження вологості насіння з тим, щоб вона в момент десикації не перевищувала 30-32 %, але не пізніше ніж за 7-10 днів до збирання урожаю.

У роки з епіфітотійним розвитком білої і сірої гнилей десикацію проводять при поживтінні тильного боку кошиків і появі на них перших плям хвороби, але не раніше, ніж при 40-42 %-ої вологості. Рішення про здійснення такої обробки ухвалює комісія в складі керівників і спеціалістів господарства, представників сільгоспорганів і наукових установ.

Для штучного досушування рослин і насіння використовують наступні препарати рекомендовані в Україні десіканти: Реглон Супер, Жар БТ, Сквар Август.

Збирають урожай насінницьких посівів комбайнами із спеціальними пристроями. При цьому, щоб уникнути забивання маси і травмування насіння, для пристрою ПСП-1,5 проводять "обкатку" протягом 3-4 годин. Особливу увагу при

цьому звертають на правильність натягу ланцюгів і транспортерів, а також на добір зірочок приводу транспортерів стебел. Швидкість транспортерів повинна бути такою, щоб кошики зрізувались зі стеблом довжиною 15-40 см. Коли в жатку попадають довші стебла, швидкість транспортерів слід зменшити.

Кількість зубів зірочок на валу приводу транспортерів при швидкості агрегату 6-7 км за годину і висоті рослин 1,4-1,7 м повинна складати 20, а при швидкості 8-9 км - 14.

Частоту обертів молотильного барабана знижують до 300- 350 за хвилину. Число обертів залежить від ряду чинників міцності лушпиння, вологості насіння тощо.

В залежності від вологості насіння встановлюю таку частоту обертів барабана молотарки комбайна: при вологості 13- 14% - 350 обертів; 10-12% - 300 і 8-9% - 250-280.

Для зниження числа обертів шківів барабана і контрприводу знімають, а на їх місце ставлять зірочки відповідно $Z=49$ і $Z=19$ з втулково-роликівим ланцюгом кроком 25,4 мм. Деку опускають так, щоб зазори між білами барабана і планками деки були на вході 35-40 мм, на виході - 20 25 мм. Ретельно регулюють потік повітря з тим, щоб не допустити видування насіння.

Насіння з-під комбайна може надходити на тік для попереднього очищення і подальшого доведення його до посівних кондицій чи на сертифіковані заводи з обробки насіння. При необхідності насіння досушують за допомогою сушарок “м’якого” режиму чи бункерів активного вентилявання з температурою теплоносія не вище 35-38°C. Коли немає можливості потокової очистки, щоб вологість насіннєвого вороху не перевищувала 11-12 %. На цей випадок насіння з-під комбайна одразу ж пропускають через машини попередньої очистки, що дозволяє відвіяти легкі домішки, зелені частки листя сояшнику та бур’янів і водночас знизити вологість.

Слід пам’ятати, що пересушування “на корені” рослин сояшнику (“перестій”) може призвести до осипання насіння і подрібнення листових черешків та жилок на окремі частки, які за формою та питомою масою можуть не

відрізнятися від сім’янок і тому їх важко відділяти з вороху насіння, особливо за відсутності пневмостолів. Та якщо вже допущено попадання в насіння таких домішок, їх слід видалити через трієрні блоки з відповідними вічками, розміром 11 мм, 14 мм чи 16 мм, а також зменшенням довжини шляху проходження вороху через верхнє решето очисних машин. В цьому випадку залишають замість двох одне верхнє решето, а на місце другого ставлять “глухе” або з малими отворами.

Мінімальна ширина продовгуватих отворів нижніх решіт має бути 2,2 мм для насіння Р, та 2,0 мм для насіння материнських форм і 1,5 мм для багатокошикових відновників фертильності пилку. Якщо виникає потреба в менших отворах, то це слід робити з дозволу Мінагрополітики та продовольства України.

Як під час збирання насіння ліній, особливо олеїнового типу, так і при очищенні слідкують, щоб не було механічного змішування.

Очищене, прокаліброване та проінкрустоване насіння пакують у джутову чи паперову мішкотару, бажано з однаковою масою, зашивають їх з внутрішньою та зовнішньою етикетками. Насіння після очищення підлягає ґрунтовому контролю та оцінці посівних якостей.

Ґрунтовий контроль визначає рівень генетичної чистоти і типовості за показниками “Закріплення стерильності та морфологічна однорідність вирощеного насіння”.

Ґрунтовому контролю підлягає насіння стерильних материнських форм таких категорій:

- добазове;
- базове;
- сертифіковане, в тому числі прості стерильні гібриди (F_1), що використовуються як материнська форма трілінійних і більш складних гібридів.

Проби масою 1 кг відбирають представники районних державних насіннєвих інспекцій за участю спеціалістів селекційно-дослідної установи після очищення даної партії насіння, але не пізніше 20 жовтня, і надсилають на адресу

науково-дослідної установи, якій доручено проведення ґрунтового контролю. Зразок супроводжується актом відбору проби та етикетками. Із середньої проби відбирають дві масою 100 г. З кожної проби беруть по 130 сім'янок і висівають у ґрунт теплиці в 2-х повтореннях по одній сім'янці в гніздо, щоб після випадання рослин до часу обліку було не менше 100 рослин у кожному повторенні.

Висівають з міжряддям 50 см і відстанню 15 см у рядку. Проривку посівів не проводять. Відповідно до теорії ймовірностей, при вибірці в 100 рослин насіння першої категорії (при ймовірності помилки 5 %) може мати відхилення мінливості ознаки фертильності від 0 до 7, другої категорії – від 2 до 11 %.

Оцінку ступеню закріплення стерильності проводять по мірі розкривання трубчастих квіток на квітколожі кожної конкретної рослини, фертильні рослини позначають мітками. Після закінчення цвітіння визначають загальну кількість стерильних рослин і їх відсоток відносно загальної кількості підрахованих рослин даної форми.

Паралельно з обліком повноти стерильності визначають і помічають рослини, які помітно відрізняються за зовнішніми ознаками від основної форми. Відсоток таких рослин відносно загальної кількості облікових рослин покаже рівень типовості.

Результати ґрунтового контролю оформляють “Актом реєстрації ґрунтового контролю за показниками закріплення стерильності материнської форми гібрида соняшника» (форма № 219а).

Насіння, яке пройшло Ґрунтконтроль за ступенем стерильності має відповідати вимогам ДСТУ:

- Базове – 98 % стерильних рослин (не менше);
- Сертифіковане – 95 % стерильних рослин (не менше).

Ґрунтовий контроль проводить комісія у складі селекціонера-насінника науково-дослідної установи, представників державної насіннєвої інспекції та селекційної установи – оригінатора.

Щоб запобігти механічному змішуванню насіння під час зберігання, реалізації та сівби батьківських форм, необхідно в документах, які засвідчують

сортів та посівні якості, до назви лінії-закріплювача стерильності дописувати літеру “Б” (фертильна), до назви стерильного аналога - “А” (стерильна), батьківської лінії-відновника фертильності пилку - “В” слово “відновник”.

На мішках з насінням стерильного аналогу лінії пишуть літеру “А” і проводять по діагоналі мішка чорну смугу завширшки до 5 см, на мішках із закріплювачем стерильності - літеру “Б”, а на мішках з батьківською лінією-відновником фертильності пилку - літеру “В” без смуги. Партії насіння батьківських ліній супроводжують “Атестатом на насіння”.

ВИСНОВКИ

Методичні рекомендації «Селекція, насінництво та особливості вирощування гібридів соняшнику стійких до ALS-інгібуючих гербіцидів та з високим вмістом олеїнової кислоти» дають можливість вирощувати якісне кондиційне насіння соняшнику.

Сучасні методичні підходи в селекції дозволяють створити вихідний матеріал для гібридів соняшнику за короткий проміжок часу. Поєднання технологій дозволяє створювати та вирощувати високоякісне насіння для задоволення потреб населення.

Нові гібриди соняшнику Бар'єр, Бастард, Тірас та Волес показують достатньо високий врожай насіння та збір олії з одиниці площі. Усі гібриди високотехнологічні, посухостійкі, характеризуються доволі рівномірним цвітінням та дозріванням. Мають помірну стійкість до основних рас збудників хвороб та нових рас вовчка.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пустовойт В.С. Соняшник. М. Колос, 1975. 591 с.
2. Вольф В.Г. Селекция и семеноводство подсолнечника на Украине за 50 лет. Селекция и семеноводство. Киев, 1968. Вып. 9. С. 42-46.
3. <https://a7d.com.ua/novini/55552-200-rokv-sonjashnika-v-ukrayin-vd-posvnihi-plosch-u-5-tis-ga-do-svtovogo-lderstva-jak-ukrayincjam-vdolosja.html>,
<https://landlord.ua/news/ploshchi-pid-soniashnykom-u-2021-rotsi-mozhut-siahnuti-maizhe-7-mln-ha/>
4. Топораш І.Г., Червоніс М.В., Рибалка О.І. Показники якості насіння товарного соняшнику та продуктів його переробки. Посібник українського хлібороба. Т2. 2014. С. 132-133.
5. Délye, C.; Jasieniuk, M.; Le Corre, V.L. Deciphering the evolution of herbicide resistance in weeds. *Trends. Genet.* 2013. P. 649–65.
6. Quareshy, M.; Prusinska, J.; Li, J.; Napier, R. A cheminformatics review of auxins as herbicides. *J. Exp. Bot.* 2018. P. 265–275.
7. Green, J.M. The benefits of herbicide-resistant crops. *Pest Manag. Sci.* 2012, 68, P. 1323–1331.
8. Kumar, V.; Bellinder, R.R.; Gupta, R.K.; Malik, R.K.; Brainard, D.C. Role of herbicide-resistant rice in promoting resource conservation technologies in rice–wheat cropping systems of India: A review. *Crop Prot.* 2008, 27, P. 290–301.
9. Tang W, Newton RJ, Lin JX, Charles TM. Expression of a transcription factor from *Capsicum annuum* in pine calli counteracts the inhibitory effects of salt stress on adventitious shoot formation. *Molecular Genetics and Genomics* 2006. 276. P. 242-253.
10. Harbour, H.D., Edwards M.T., Rupp R.N. et al. Dupont ExpressSun trait with Pioneer '63N81' NuSun sunflower hybrid and Dupont herbicides systems. *Proc. North Central Weed Sci.* 2007. Vol. 62. P. 62.

11. Kolkman J.M., Slabaugh M.B., Bruniard J.M. et al. Acetohydroxyacid synthase mutations conferring resistance to imidazolinone or sulfonylurea herbicides in sunflower. *Theoretical and Applied Genetics*. 2004. Vol. 109. P. 1147-1159.
12. Katz S., Bravo S., Bulos M., Sala C.A. Genetic quality control in Clearfield Plus sunflower hybrids. *Proc of 18th International Sunflower Conference*. Argentina, 2012. P. 529-534.
13. Bruniard J.M., Miller J.F. Inheritance of imidazolinone-herbicide resistance in sunflower. *Helia*. 2001. Vol. 24. P. 11-16.
14. Malidža G., Škorić D., Jocić S. The possibility of using wild sunflower's resistance to imidazolinones. *Acta Herbologica*. 2002. Vol. 11(1-2). P. 43-52.
15. Barr A. R., Jefferies S. P., Warner P., Moody D. B., Chalmers K. J., Langridge P. Marker assisted selection in theory and practice. *Proceedings VIII Barley Genetic Symposium*. 2000. Vol. 1. P. 167-178.
16. Fernandez-Martinez F. M., Perez-Vich B., Velasco L. Sunflower Broomrape (*Orobancha cumana* Wallr.). *Sunflower Chemistry, Production, Processing, and Utilization*. Chapter, 2015. P.128.
17. Гирич, С. В., Лояніч Г. С. Сучасні погляди на споживні переваги та проблеми безпеки рослинних олій. *Інтелект XXI* 5, 2018. С. 37-41.
18. Чехова І. В. Формування та розвиток ринку олійних культур: теорія, методологія, практика: монографія. Запоріжжя: ІОК НААН, 2018. 173
19. [Електронний ресурс]. Режим доступу. <https://agronom.com.ua/osoblyvyj-sonyashnyk/>
20. Кириченко В.В. Селекция и семеноводство подсолнечника (*Helianthus annuus* L.). Харьков, 2005. 385 с.
21. Солдатов К.И., Воскобойник Л.К., Харченко Л.И. Высокоолеиновый сорт подсолнечника Первенец: Бюл. науч. –техн. информации по маслич. Культур. ВНИИМК. Краснодар, 1976. Вып. 3. С. 3–8.
22. Гамаюнова, В. В., Гамаюнова, В. В., Хоненко, Л. Г., Хоненко, Л. Г., Гирля, Л. М., Гирля, Л. Н. Перспективи виробництва олії покращеної якості в Україні. 2016.

23. Крутько В. І., Вареник Б.Ф. Результати селекції соняшнику олійного та лінолевого типів на півдні України. *Аграрний вісник Причорномор'я: зб. наук. пр. ОДАУ. Одеса: СМІЛ*, 2007. С. 29-34.
24. Park K.W., Kolkman J.M., Mallory-Smith C.A. Point mutation in acetolactate synthase confers sulfonylurea and imidazolinone herbicide resistance in spiny annual sow-thistle [*Sonchus asper* (L.) Hill]. *Canadian Journal of Plant Science*. 2012. Vol. 92. P. 303-309.
25. Kolkman J.M., Slabaugh M.B., Bruniard J.M. et al. Acetohydroxyacid synthase mutations conferring resistance to imidazolinone or sulfonylurea herbicides in sunflower. *Theoretical and Applied Genetics*. 2004. Vol. 109. P. 1147-1159.
26. Sala C.A., Bulos M., Altieri E., Ramos M.L. Imisun tolerance is the result of the interaction between target and non-target tolerance mechanisms. *Proc. 18th Int. Sunflower Conf.* Argentina, 2012. P. 551-556.
27. Bonnett D. G., Rebetzke G. J., Spielmeyer W. Strategies for efficient implementation of molecular markers in wheat breeding. *Mol. Breed.* 2005. Vol. 15. P. 75-85.
28. Katz S., Bravo S., Bulos M., Sala C.A. Genetic quality control in Clearfield Plus sunflower hybrids. *Proc of 18th International Sunflower Conference*. Argentina, 2012. P. 529-534.
29. Sala C.A., Bulos M., Altieri E., Ramos M.L. Genetics and breeding of herbicide tolerance in sunflower. *Helia*. 2012. Vol. 35. P. 57-70.
30. Sala C.A., Bulos M. Inheritance and molecular characterization of broad range tolerance to herbicides targeting acetohydroxyacid synthase in sunflower. *Theoretical and Applied Genetics*. 2012. Vol. 124. P. 355-364.
31. Генетика и селекция подсолнечника: международная монография. Драган Шкорич та ін. 2015. С. 65 - 67.
32. Putt E.D., Craig B.M., Carson R.B. Variation in composition of sunflower oil from composite samples and single seeds of varieties and inbred lines. *Oil Chemists' Soc.* 1969. Vol. 46, № 4. P. 126.

33. Воскобойник Л.К., Ткаченко П.И. Наследование содержания олеиновой кислоты в масле семян гибридов подсолнечника: Науч. – техн. бюл. ВНИИМК. Краснодар, 1987. Вып. 4. С. 7–11.
34. Fick G.N. Inheritance of high oleic acid in the seed oil of sunflower. Proc. Sunflower Research Workshop., Bismarck, N. Dakota, 9. 1984, National Sunflower Assoc., Bismarck. P. 9–12.
35. Tatini W. Girasole alto oleico: influenza del genotipo e della temperatura sul contenuto in acido oleico. Sementi Elette. 1995. Vol. 4, № 3–4. P. 31–32.
36. Miller J.F., Zimmerman D.C., Vick B.A. Genetic control of high oleic acid content in sunflower oil. *Crop Sci.* 1987. Vol. 27. P. 923–926.
37. Pino A.M., Monotti M., Pirani V., Salera E., et al. Varieta di gerasole “alto oleico”, saggiate in diversi ambienti dell’Italia centrale e settentrionale. *Informatore Agrario*. 1996. Vol. 52, № 6. – P. 5–564.
38. Velasco L., Pérez-Vich B., Fernández-Martínez J.M. Inheritance of oleic acid content under controlled environment // Proc. 15th Int. Sunflower Conf., 12–15 June 2002, Toulouse, France. Tome I. P. A31–A36.
39. Скрипчинский В.В. Эволюция онтогенеза растений. М.: Наука, 1977. 85 с.
40. Yunbi Xu, Crouch J. H. Marker-Assisted Selection in Plant Breeding: From Publications to Practice. *Crop Science Society of America*. 2008. Vol. 48 No. 2. P. 391–407.
41. Andrew R. B. Marker-assisted selection in theory and practice. *Plant breeding and farmer participation*. 2009. P. 479–517.
42. Frisch M., Bohn M., Melchinger A. E. Comparison of selection strategies for marker-assisted backcrossing of a gene. *Crop Science*. 1999. Vol. 41. P. 1295–1301.
43. Bulos M., Sala C.A., Altieri E., Ramos M.L. Marker assisted selection for herbicide resistance in sunflower. *Helia*. No. 59. 2013 P. 1–16.

44. Ruane J., Sonnino A. Marker-assisted selection as a tool for genetic improvement of crops, livestock, forestry and fish in developing countries: an overview of the issues. *Food and Agriculture Organisation of the United Nations*. Rome, 2007. Vol. 4. No. 3. P. 4–13.
45. Babu B. C., Nguyen B. D., Chamarek V. et al. Genetic analysis of drought resistance in rice by molecular markers. *Crop Sci.* 2003. Vol. 43. P. 1457–1469.
46. Francia E., Tacconi G., Crosatti C. et al. Marker assisted selection in crop plants. *Plant Cell Tiss Organ Cult.* 2005. Vol. 82. P. 317–342.
47. Сидоров В.А. Биотехнология растений. *Клеточная селекция*. Киев, Наукова думка, 1990. С. 30–31.
48. Barr A. R., Jefferies S. P., Warner P., Moody D. B., Chalmers K. J., Langridge P. Marker assisted selection in theory and practice. *Proceedings VIII Barley Genetic Symposium*. 2000. Vol. 1. P. 167–178.
49. Lacombe, S., Souyris, I., & Bervillé, A. J. An insertion of oleate desaturase homologous sequence silences via siRNA the functional gene leading to high oleic acid content in sunflower seed oil. *Molecular Genetics and Genomics*. 2009. 281(1). P. 43–54.
50. Schuppert, Gunnar F., et al. "The sunflower high-oleic mutant Ol carries variable tandem repeats of FAD2-1, a seed-specific oleoyl-phosphatidyl choline desaturase." *Molecular Breeding*. 2006. P. 241–256.
51. Ribaut J. M., Hoisington D. A. Marker assisted selection: new tools and strategies. *Trends Plant Sci.* 1998. Vol. 3(6). P. 236–239.
52. Molecular Breeding and Marker-Assisted Selection [электронный ресурс]. Режи доступа URL: <http://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/19/default.asp> (дата звернення: 02.03.2020) назва з екрана.
53. Yunbi Xu, Crouch J. H. Marker-Assisted Selection in Plant Breeding: From Publications to Practice. *Crop Science Society of America*. 2008. Vol. 48 No. 2. P. 391–407.
54. Francia E., Tacconi G., Crosatti C. et al. Marker assisted selection in crop plants. *Plant Cell Tiss Organ Cult.* 2005. Vol. 82. P. 317–342.

55. Babu B. C., Nguyen B. D., Chamarerk V. et al. Genetic analysis of drought resistance in rice by molecular markers. *Crop Sci.* 2003. Vol. 43. P. 1457–1469.
56. Bonnett D. G., Rebetzke G. J., Spielmeier W. Strategies for efficient implementation of molecular markers in wheat breeding. *Mol. Breed.* 2005. Vol. 15. P. 75–85.
57. Бутенко Р. Г., Гостимский С. А. Изменчивость генома растительной клетки при культивировании in vitro. *Биотехнология.* 1985. С. 79–85.
58. Anastasov H. Influence of imazamox on some anatomic indices in the leaves of sunflower plant (*Helianthus annuus* L.). *General and Applied Plant Physiology.* 2010. Vol. 36 (1–2). P. 64–68.
59. Прядко Н.Н. Новые элементы интенсивной технологии возделывания подсолнечника. *Агроном.* 2014. № 1. С. 156–158. 21.
60. Юркевич Є.О., Валентюк Н.О., Когут І.М., Євич В.С. Високоолеїновий соняшник – інноваційний шлях подальшого сталого розвитку органічного землеробства Південного регіону та збереження родючості ґрунтів. *Таврійський науковий вісник.* № 125. С. 104 – 110.

Науково-методичне видання

**СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ
ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ СТІЙКИХ ДО ALS-ІНГІБУЮЧИХ ГЕРБИЦИДІВ
ТА З ВИСОКИМ ВМІСТОМ ОЛЕЇНОВОЇ КИСЛОТИ**

Методичні рекомендації

Автори:

Вареник Б. Ф., Ільченко А. С., Карапіра С. І.

Надруковано в авторській редакції з готового оригінал-макета

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 3,49. Тираж 30 прим. Зам. № 1074.

Друкарня видавництва «Астропринт». 65091, м. Одеса, вул. Разумовська, 21

Тел.: (0482) 37-14-25, 33-07-17, (048) 7-855-855

e-mail: astro_print@ukr.net; www.astroprint.ua

Свідомство суб'єкта видавничої справи ДК № 1373 від 28.05.2003 р.

