

## ФОРМУВАННЯ ОЗНАКОВОЇ КОЛЕКЦІЇ ЛІНІЙ СОНЯШНИКУ (*HELIANTHUS ANNUUS* L.), СТІЙКИХ ДО ГЕРБІЦИДІВ ГРУПИ СУЛЬФОНІЛСЕЧОВИН

**ІЛЬЧЕНКО А.С.** – аспірантка відділу селекції та насінництва гібридного соняшнику  
<https://orcid.org/0000-0001-8526-4168>

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення

**ВАРЕНИК Б.Ф.** – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник,

<https://orcid.org/0000-0003-1147-6621>

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення

**ЛАМАРІ Н.П.** – науковий співробітник відділу загальної та молекулярної генетики.

<https://orcid.org/0000-0002-0362-1684>

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення

**Постановка проблеми.** Успішне вирішення задач популяційної та гетерозисної селекції соняшнику тісно пов'язане з раціональним використанням генетичного різноманіття культури і базується на знанні донорських властивостей його представників за цінними господарськими ознаками. У зв'язку з цим особлива увага приділяється мобілізації генетичних ресурсів та формуванню базових, ознакових, генетичних, спеціальних колекцій з цінними властивостями [1].

Існує декілька важливих колекцій соняшника у світі, які забезпечують селекціонерів генофондом. Найбільша колекція у світі культурного соняшнику підтримується у Федеральному науковому центрі Всеросійського інституту генетичних ресурсів рослин імені М.І. Вавилова. Друга за обсягом та значенням колекція культурного соняшника знаходиться в USDA National Plant Germplasm, Plant Introduction Station, Еймс, штат Айова, США. Але відносно диких видів роду *Helianthus* колекція в Айова являється найбільшою у світі. Також значні колекції соняшника підтримуються в Інституті польових та овочевих культур Нові Сад, Сербія; Монпельє, Франція; Пергаміно, Аргентина; Кордоба, Іспанія та Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Україна [2].

За допомогою дикорослих форм, за рахунок яких постійно поповнюють запаси колекційного різноманіття селекційних установ по збереженню генетичного потенціалу у світі, створюються нові лінії та гібриди, що поєднують в собі комплекси господарсько цінних ознак. Так, створення гербіцидостійких гібридів соняшнику стало можливим після виявлення в дикорослих популяціях Північної Америки резистентних рослин (ANN-PUR і ANN-KAN) до трибенурон-метилу – речовини з групи сульфонілмочевінових гербіцидів. Зокрема, останнє встановили на фоні обробки посівів кукурудзи, сої та інших культур ALS-інгібуючим гербіцидом. У популяціях дикого соняшнику були виявлені біотики, стійкі до двох класів гербіцидів – імізадолінонів та сульфонілсечовини. Інтродукція гена стійкості до трибенурон-метилу від дикорослого *H. annuus* з Канзасу в генофонд культурного соняшнику завершилася створенням двох

публічних джерел цієї ознаки Sures-1 і Sures-2. З молекулярно-генетичної точки зору стійкість до сульфонілсечовини у лінії Sures є точкова мутація в гені ферменту AHAS (ALS) [3]. Ацетоллактасинтаза (ALS), який ще називають ацетогідроксикислота (AHAS) представляє собою перший фермент в біосинтезі трьох життєво важливих амінокислот у рослин: валін, лейцин та ізолейцин [4]. Мутація в гені AHAS призводить, по-перше, до транзиції С-Т в кодоні 197, а по-друге – до моноамінокислотної зміни пролін-лейцин у первинній структурі ферменту, що модифікує конформацію останнього і робить стійким до дії гербіциду.

У наш час використовується виробнича система обробітку соняшнику, що має кілька назв – ExpressSun, Експрес або SUMO, що представляє собою комбінацію гербіциду (трибенурон-метил), і генотипів соняшнику, стійких до дії останнього. В технології ExpressSun джерелом стійкості є лінія HA89, стійкість в якій була отримана в результаті широкомасштабної програми по хімічному мутагенезу [5]. Використання цієї технології дає можливість контролювати великий спектр бур'янів в післясходовий період вегетації соняшнику [6].

**Метою** цієї роботи є формування ознакової колекції самозапилених ліній соняшнику, як за рівнем стійкості до гербіцидів групи сульфонілсечовин, так і за комплексом морфо-біологічних та морфо-метричних ознак, для подальшого використання в селекційних програмах.

**Матеріали та методика.** Для формування колекції самозапилених ліній соняшнику, стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин (д. р. трибенурон-метил), дослідили лінії протягом 2019 і 2020 років в умовах Державного підприємства «Експериментальна база «Дачне» СГІ – НЦНС Біляївського району Одеської області. Колекція складалася з одинадцяти самозапилених ліній соняшника: Sures 1, Sures 2, X-201 В, ОС 1001 В, ОС 1031 В, ОС 1091 В, ОС 1099 В, Од 1125 В, ОС 2017 В, ОС 1021 В, VLA 8 SU.

Для оцінки стійкості колекційних зразків до трибенурон-метилу здійснили обприскування рослини у фазі трьох справжніх листків гербіцидом Гранстар Про 75 в.г. фірми DuPont (д.р. трибенурон-метил, 750г/кг) в дозі 25г/га

з використанням обприскувача Spray MASTER – 2000, що дозволило рівномірно нанести гербіцид на листову пластину та точку росту рослин соняшнику. Таким чином, зберігали і підтримували генетичну чистоту зразків. Оцінку стійкості ліній соняшнику до трибенурон-метилу провели шляхом підрахунку кількості стійких та нестійких рослин до гербіциду на 14-й день після обробки гербіцидом. Нестійкі рослини характеризувались наступними морфологічними проявами: припинення росту, некроз тканин, ураження точки росту.

Дослідили такі морфо-біологічні ознаки: антоціанове забарвлення (АЗ), пухирчастість листків (ПЛ), зубчастість листків (ЗЛ), форма поперечного перерізу листків (ФППЛ), форма верхівки листка (ФВЛ), наявність вушок на листовій пластині (ВЛП), наявність крил на листовій пластині (КЛП), кут між найнижчими бічними жилками (КНБЖ), місце прикріплення листка (МПЛ), опушеність верхівки стебла (ОВС), щільність язичкових квіток (ЩЯК), форма язичкових квіток (ФЯК), положення язичкових квіток (ПЯК), колір язичкових квіток (КЯК), колір трубчасті квітки (КТК), форма литки обгортки (ФЛО), довжина верхівки листків обгортків (ДВЛО), інтенсивність зеленого забарвлення зовнішнього боку (ІЗЗЗБ), галуження стебла (ГС), положення найвищого бічного кошика відносно центрального кошика (ПНБКВЦК), форма сім'янки (ФС), забарвлення лушпиння (ЗЛ), наявність смужок на краях (НСНК), наявність смужок між краями (НСМК), та морфо-метричні ознаки: висота рослини (ВР), діаметр кошика (ДК), площа листової пластинки (ПЛП), тривалість періоду від сходів до цвітіння (ТПСЦ), довжина сім'янки (ДС), ширина сім'янки (ШС), маса 1000 насінин (М1000Н) та вміст олії в насінні (олійність) (ВО). Дослідження морфо-біологічних та морфо-метричних ознак соняшнику (*HELIANTHUS L.*) проводили за методикою Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН [7]. Рівень олійності в насінні соняшнику визначили експрес методом із застосуванням приладу ЯМР (ядерно магнітний резонатор) Newport Oxford Instruments, Buckinghamshire, England [8].

Статистичну обробку даних здійснили з використанням інструментів програми «Excel». Зокрема, оцінку суттєвості впливу фактора «генотип» на варіювання величин восьми морфологічних ознак провадили в однофакторному дисперсійному комплексі з використанням параметричного критерію Фішера (F). Для визначення меж граничних випадкових відхилень отриманих результатів використали метод найменшої істотної різниці (НІР) [9; 10].

**Результати та обговорення.** Для формування колекції самозапиленних ліній соняшнику особливу увагу приділяють джерелам та донорам з основними господарсько-цінними ознаками. Опис одинадцяти колекційних зразків соняшнику, які стійкі до гербіцидів групи сульфонілсечовин, провели за морфо-біологічними та морфо-метричними ознакам. Обробка гербіцидом цих ліній соняшнику показала високий рівень стійкості (табл. 1).

Якщо в 2019 році у зразках Sures 1, Sures 2, ОС 1001 В, ОС 1099 В та VLA 8 Su спостерігали невеликий відсоток загиблих рослин на рівні 2, 2, 1, 6% та 6% відповідно, то в 2020 році у 100% останніх встановили стійкість до дії гербіциду групи сульфонілсечовин. Цей факт може свідчити як про вплив року вегетації на прояв стійкості, так і про можливість використання усіх ліній колекції для подальших схрещувань з метою створення нових батьківських компонентів та гібридів соняшнику.

Диференціацію зразків за проявом та інтенсивністю антоціанового забарвлення гіпокотилля проводили на початкових етапах органогенезу. Наявність АЗ встановили у 6 ліній: ОС 1001 В, ОС 1099 В, ОС 2017 В, ОС 1091 В, ОС 1031 В, Х 201 В.

Зразки розрізнялись за особливостями будови листової пластинки. У зразках Sures 1, Sures 2 та ОС 1031 В присутня помірна пухирчастість поверхні листка. Більшу частину колекції (VLA 8 Su, ОС 1021 В, ОС 1091 В та ОС 2017 В, ОС 1001 В) склали лінії з дрібними зубцями крім Sures 1, у якого останні дуже великі. Sures 2, ОС 1099 В, ОС 1125 В та ОС 2017 В мають

Таблиця 1 – Рівень стійкості самозапиленних ліній соняшнику до трибенурон-метилу (2019–2020 рр.)

Лінія	2019 рік			2020 рік		
	стійкі	нестійкі	стійкі рослини всього, %	стійкі	нестійкі	стійкі рослини всього, %
Sures 1	48	1	98	33	0	100
Sures 2	66	1	98	74	0	100
Х 201 В	23	0	100	18	0	100
ОС 1001 В	86	1	99	87	0	100
ОС 1031 В	100	0	100	35	0	100
ОС 1091 В	92	0	100	43	0	100
ОС 1099 В	89	6	94	70	0	100
ОС 1125 В	86	0	100	100	0	100
ОС 2017 В	83	0	100	99	0	100
ОС 1021 В	82	0	100	97	0	100
VLA 8 Su Su	43	3	94	72	0	100

слабко увігнуту форму поперечного перерізу. Форму верхівки спостерігали декількох типів: вузькотрикутну (ОС 1125 В, ОС 1021 В), широкотрикутну (Sures 1, ОС 1091 В, ОС 1099 В) та проміжну форму між ними (Sures 2, X 201 В, ОС 1001 В, ОС 1031 В, ОС 2017 В, VLA 8 Su). Лише в лінії Sures 1 форма верхівки листової пластини була округлою. У 28% (X 201 В, ОС 1091 В, VLA 8 Su) зразків встановили відсутність вушок на листовій пластинці, що поєднувалось з відсутністю крил. Малі вушка та слабко виражені крила мали 36% ліній (ОС 1001 В, ОС 1021 В, ОС 1099 В, ОС 1125 В). Решта – 36% зразків, характеризувались великими вушками, у більшій частині з яких (Sures 1, Sures 2, ОС 1031 В, ОС 2017 В) спостерігали відсутність крил, крім Sures 1, у якого останні були слабко виражені.

Прямий або близький до прямого кут між найнижчими бічними жилками був притаманний більшій частині генотипів колекції, а гострий – лише 36% останніх (Sures 2, ОС 1021 В, ОС 1099 В, ОС 1125 В, ОС 2017 В). Не менш важливим є положення верхівки листка відносно місця прикріплення пластини, що значно відрізняє рослини соняшнику між собою. У всіх колекційних зразків верхівка листка знаходиться нижче МПЛ, крім генотипу ОС 1099 В, у якого вона знаходиться на рівні. Усі джерела мали різну інтенсивність опушення верхівки стебла. Помірна ОВС була характерна для генотипу Sures 2, а слабка та сильна для ліній: Sures 1, VLA 8 Su, ОС 1021 В, ОС 1091 В, ОС 1099 В та X 201 В, ОС 1001 В, ОС 1031 В, ОС 1125 В, ОС 2017 В, відповідно.

Щільне розміщення язичкових квіток встановили у більшості генотипів, а помірне – лише у 27% (Sures 1, ОС 1031 В, ОС 1125 В). Спостерігали у більшості ліній веретеноподібну форму за винятком двох – Sures 1 та ОС 2017 В з широкояйцеподібною та вузькояйцеподібною формами язичкових квіток відповідно. Також останні розрізнялися за положенням язичкових квіток відносно кошика. У одній (X 201 В) та трьох (ОС 1001 В, ОС 1021 В, ОС 1099 В) лініях положення язичкових квіток була як по довжині, так і у напрямку кошика. Більшість досліджуваних зразків мала плескате положення язичкових квіток. За довжиною язичкові квітки ділились на довгі (Sures 2, VLA 8 Su та ОС 1021 В) і середні (решта). На відміну від язичкових квіток, що були у всіх генотипів оранжево-жовтого кольору, трубчасті квітки мали як жовтий (Sures 2 та ОС 1125 В) так і оранжевий (решта генотипів) колір відповідно.

Всі лінії розрізнялись за формою листків обгортків, їх положенням та довжиною верхівки. У більшості останніх спостерігали чітко видовжену форму з різною довжиною верхівки. Листки обгортки мали різне положення відносно кошика, зокрема у генотипів X 201, ОС 1001 В, ОС 1031 В та ОС 2017 В останні сильно охоплювали кошик. Інтенсивність зеленого забарвлення зовнішнього боку кошика, що є проявом індивідуальності, була як помірною (Sures 1, X 201 В, ОС 1091 В та ОС 1125 В), так і слабкою (решта генотипів). У переважній кількості ліній спостерігали вертикальне положення кошика та плескату форму кошика.

Практично всі лінії представляють собою багатокошикову рослину і тільки у Sures 1 та VLA 8 Su вони

однокошикові. У рослин з багатокошиковим габітусом центральний кошик має різне положення відносно найвищого бічного. Положення центрального кошика нижче, на одному рівні та вище відносно найвищого бічного кошика встановили у чотирьох (X 201 В, ОС 1001 В, ОС 1021 В, ОС 1091), одного (ОС 1099 В) та решти шести генотипів відповідно.

Спостерігали також відмінності за формою та кольором сім'янки. Так, у 56% зразків остання була видовжена, а у решти (Sures 1, VLA 8 Su, ОС 1001 В, ОС 1021 В, ОС 2017 В) – вузькояйцеподібна. Забарвлення лушпиння у меншій частині генотипів (X 201 В, ОС 1001 В, ОС 1031 В, ОС 1125 В) було помірно-коричневе, а у більшості – чорного кольору. Частина колекційних генотипів відрізнялась від решти наявністю смужок на краях та між краями. Зокрема, сірі смужки на краях і між краями окремо та разом притаманні зразкам VLA 8 Su і ОС 1021 В та 36 % (Sures 1, Sures 2, ОС 1091В та ОС 1099 В) останніх відповідно.

Результати аналізу варіювання величин вісьмох морфо-метричних ознак колекційних зразків соняшнику, що є стійкими до трибенурон-метилу: висота рослини, діаметр кошика, площа листової пластинки, період «сходи-цвітіння», довжина сім'янки, ширина сім'янки, маса 1000 насінин та вміст олії в насінні (олійність), що отримали протягом двох сільськогосподарських років, наведені у таблиці 2.

Встановили вірогідність впливу фактору «генотип» на варіювання величин ознаки «Висота рослин» ( $F = 134,20$  і  $74,43$ ;  $F_{0,05} = 2,30$ ) у 2019 і 2020 роках відповідно. Найнижчу висоту встановили у генотипу ОС 2017 В (81,7 см) і ОС 1099 В (42,3 см) у вищеприведені роки відповідно, а у Sures 2 (148,3 і 119,0 см) величини останньої були максимальними в обидва роки. Мінімальна і максимальна ВР була притаманна також двом (ОС 1091 В, ОС 1099 В) і одному (VLA 8 Su) генотипам у 2019 і 2020 роках ( $HIP_{0,05} = 5,34$  та  $7,76$ ) відповідно.

Варіювання величин ознаки «Діаметр кошика» у 2019 і 2020 роках, що знаходилося у проміжку від 8,7 і 6,3 см (ОС 1099) до 13,3 і 22,0 см (VLA 8 Su) відповідно, було зумовлене фактором «генотип» ( $F = 2,73$  та  $19,94$ ;  $F_{0,05} = 2,30$ ). Своєю чергою у 2019 році мінімальну ДК встановили також у чотирьох (ОС 1091 В, ОС 2017 В, X-201, ОС 1031 В), а максимальну – у трьох (ОС 1001 В, ОС 1021 В, Sures 1) генотипів, тоді як величини двох (ОС 1125 В, Sures 2) генотипів були спільними для обох лімітів, а до групи ліній з мінімальною величиною ДК у 2020 році також увійшли шість генотипів (ОС 1091 В, ОС 2017 В, ОС 1031 В, ОС 1125 В, Sures 2, ОС 1001 В) ( $HIP_{0,05} = 2,70$  та  $2,89$ ).

Встановили за результатами двох вищеприведених років, що варіювання величин ознаки «Площа листової пластинки» зумовлена впливом фактору «генотип» ( $F = 410,56$  і  $427,32$ ;  $F_{0,05} = 2,30$  відповідно). В обидва роки найменшу та найбільшу площу листової пластини спостерігали у генотипів ОС 1099 В (150,7 і 89,9 см<sup>2</sup>) та Sures 1 (626,6 і 513,4 см<sup>2</sup>) відповідно. Також мінімальну ПЛП становили у генотипу Sures 2 ( $HIP_{0,05} = 22,1$  і  $17,4$ ).

Результати обчислення 2019 і 2020 років показали вірогідність впливу фактору «генотип» ( $F = 61,00$  і  $128,50$ ;

Таблиця 2 – Варіювання величин морфо-біологічних ознак у колекційних зразках соняшнику стійких до трибенурон-метилу

Лінія	Рік	Висота рослини, см	Діаметр кошика, см	Площа листової пластини, см <sup>2</sup>	Період «сходів-цивіння», дні	Довжина сім'янки, мм	Ширина сім'янки, мм	Маса 1000 насінин, г	Олійність, %
Sures 1	2019	116,7±0,88	12,2±0,44	626,6±12,23	65,0±0,58	10,3±0,33	6,3±0,33	29,0±0,58	39,8±0,09
	2020	66,0±4,36	11,5±1,15	513,4±5,54	74,3±0,33	10,7±0,33	6,7±0,33	25,7±0,33	41,1±0,37
Sures 2	2019	148,3±3,53	11,0±1,26	160,7±5,56	73,7±0,33	10,3±0,33	5,0±0,00	18,3±0,33	39,9±0,09
	2020	119,0±3,46	7,3±0,60	140,5±5,53	81,0±0,58	9,7±0,33	4,3±0,33	17,3±0,33	40,9±0,15
X-201 B	2019	109,7±1,45	9,5±0,29	229,1±2,24	73,7±0,88	12,3±0,33	6,0±0,00	35,7±0,33	30,5±0,17
	2020	69,7±3,18	10,7±0,17	159,4±1,48	73,7±0,33	13,3±0,33	7,3±0,33	38,0±1,00	32,2±0,59
OC1001 B	2019	120,3±0,88	11,7±0,67	180,0±5,99	61,0±0,58	12,3±0,33	6,7±0,33	26,0±0,58	38,7±0,28
	2020	68,0±1,00	8,2±0,44	170,9±0,65	65,0±0,58	11,7±0,33	7,0±0,00	41,3±0,88	40,4±0,06
OC 1031 B	2019	117,7±1,33	10,0±0,58	496,0±8,93	67,7±0,33	10,7±0,33	6,3±0,33	37,0±0,58	42,8±0,22
	2020	69,3±2,73	8,7±0,17	372,4±6,79	75,3±0,33	11,7±0,33	6,3±0,33	32,0±0,00	41,0±0,12
OC 1091 B	2019	85,0±0,00	8,8±0,17	284,0±6,63	61,3±0,88	12,0±0,58	6,7±0,33	17,0±1,00	32,1±0,25
	2020	62,0±1,00	8,3±0,33	255,3±7,95	65,3±0,33	11,3±0,33	6,3±0,33	23,7±0,33	30,2±0,26
OC 1099 B	2019	85,3±3,28	8,7±0,33	150,7±0,33	60,0±0,58	11,3±0,33	6,0±0,00	16,0±1,00	31,3±0,26
	2020	42,3±1,76	6,3±0,44	89,9±3,17	66,7±0,33	12,0±0,00	6,3±0,33	30,7±0,67	30,4±0,12
OC 1125 B	2019	103,7±0,67	11,0±1,73	199,6±11,23	61,3±0,88	12,7±0,33	6,7±0,33	27,7±0,33	39,8±0,18
	2020	66,3±2,03	7,2±1,01	165,8±7,27	67,0±0,58	11,7±0,33	5,7±0,33	29,3±0,33	41,5±0,23
OC 2017 B	2019	81,7±0,67	9,5±0,50	235,1±6,76	66,3±0,67	9,7±0,33	5,0±0,58	24,3±1,20	40,1±0,03
	2020	72,3±3,33	8,5±0,76	197,6±6,89	77,3±0,33	11,0±0,00	6,3±0,33	38,7±0,88	39,2±0,21
OC 1021 B	2019	131,7±2,03	11,7±0,33	286,6±8,26	62,0±0,58	11,0±0,00	6,7±0,33	24,7±0,33	32,9±0,15
	2020	86,7±1,67	9,7±0,17	257,4±6,59	68,3±0,7	9,7±0,33	5,7±0,33	27,7±0,33	34,2±0,23
VLA 8 Su	2019	117,0±1,15	13,3±1,67	351,0±3,39	68,7±0,33	11,3±0,33	7,3±0,33	31,3±0,33	32,9±0,26
	2020	112,7±1,45	22,0±2,52	257,4±6,59	71,0±0,58	12,0±0,58	6,3±0,33	33,3±1,67	36,2±0,20
F <sub>факт.</sub>	2019	134,20	2,73	410,56	61,00	7,85	5,08	109,76	514,40
	2020	74,43	19,94	427,32	128,50	10,20	6,22	87,36	285,70
НІР <sub>0,05</sub>	2019	5,3	2,7	22,1	1,9	1,0	1,0	2,0	0,6
	2020	7,8	2,9	17,4	1,5	1,0	1,0	2,3	0,8

Примітка: F<sub>0,05</sub>=2,3

$F_{0,05} = 2,30$  відповідно) на варіювання ознаки «тривалість періоду від сходів до цвітіння». За результатами 2019 року мінімальну та максимальну величини ТПСЦ, що становили 60 та 73,7 діб встановили у одного (ОС 1099 В) та двох (Sures 2 і X-201) генотипів.

У 2020 році відповідні ліміти дорівнювали 65 та 81 діб у ОС 1001 В та Sures 2 відповідно. Мінімальні величини ТПСЦ встановили також у трьох (ОС 1001 В, ОС 1091 В, ОС 1125 В) і одного (ОС 1091 В) генотипів у перший і другий роки дослідження останніх відповідно ( $HIP_{0,05} = 1,9$  і  $1,45$  відповідно).

Вірогідність величин коефіцієнту Фішера, що отримали на протязі 2019 і 2020 років ( $F = 7,85$  і  $10,20$ ;  $F_{0,05} = 2,30$  відповідно), свідчила про зумовленість варіювання довжини сім'янки генотипом. Найкоротша ДС (9,7 мм), що встановили у 2019 і 2020 роках у одного (ОС 2017 В) і двох (ОС 1021 В, Sures 2) генотипів, не істотно поступалась як величинам таких трьох (Sures 2, Sures 1, ОС 1031 В), так і одного генотипу (Sures 1) ( $HIP_{0,05} = 1,04$  і  $1$ ) відповідно. Своєю чергою найдовша ДС (12,7 мм) лінії ОС 1125 В у 2019 році не суттєво перевищила величини трьох (ОС 1099 В, ОС 1125 В, VLA 8 Su) генотипів, а остання (13,3 мм) лінії X-201 В була найбільшою у 2020 році.

За результатами 2019 і 2020 років встановили вірогідність впливу фактору «генотип» ( $F = 5,08$  і  $6,22$ ;  $F_{0,05} = 2,30$  відповідно) на варіювання ширини сім'янки у діапазоні від 5 мм (Sures 2, ОС 2017 В) до 7,3 мм (VLA 8 Su) і від 4,3 мм (Sures 2) до 7,3 мм (X-201 В) відповідно. Максимальні величини ШС, приведені вище, не істотно перевищили такі чотирьох (ОС 1001 В, ОС 1091 В, ОС 1021 В, ОС 1125 В) та двох (ОС 1001 В, Sures 1) генотипів у перший і другий роки ( $HIP_{0,05} = 0,95$ ) відповідно.

Встановили вірогідність впливу фактору «генотип» ( $F = 109,76$  і  $87,36$ ;  $F_{0,05} = 2,30$ ) на варіювання ознаки «Маса 1000 насінин» у 2019 і 2020 роках відповідно. У 2019 році найменша M1000H генотипу ОС 1099 В (16 г) вірогідно ( $HIP_{0,05} = 2,02$  і  $2,28$ ) не поступалась такій лінії ОС 1091 В, а найбільша – X 201 В (35,7 г) – не перевищила величину цієї ознаки генотипу X-201 В.

Залежно від генотипу спостерігали як збільшення, так і зменшення вмісту олії в насінні ( $F = 514,40$  та  $285,70$ ;  $F_{0,05} = 2,30$ ) у 2019 та 2020 роках відповідно. У 2019 році низький та високий вміст олії в насінні встановили у генотипів X 201 В та ОС 1031 В, що становив 30,5% та 42,8% відповідно, що вірогідно ( $HIP_{0,05} = 0,60$ ). Аналіз результатів 2020 року показав незначне зниження по досліді як мінімальної, так і максимальної олійності насіння до відміток 30,2 та 41,5%, що встановили у генотипів ОС 1091 В та ОС 1125 В ( $HIP_{0,05} = 0,81$ ) відповідно. Низький та високий рівень олійності показали також один (ОС 1099 В) та три (Sures 2, ОС 1031 В, Sures 1) генотипи у 2020 році.

Від останніх ОС 1001 В вірогідно не відрізнялись три генотипи (ОС 1091 В, ОС 1099 В, ОС 1125 В) у перший рік і один (ОС 1091 В) у другий ( $HIP_{0,05} = 1,9$  і  $1,45$  відповідно). ТПСЦ Sures 2 не перевищила істотно таку генотипу X-201 В (73,7 діб) за результатами 2019 року та була вірогідно вищою від величин решти зразків у 2020 році.

Вірогідність величин коефіцієнту Фішера, що отримали на протязі 2019 і 2020 років ( $F = 7,85$  і  $10,20$ ;  $F_{0,05} = 2,30$  відповідно), свідчила про зумовленість варіювання довжини сім'янки генотипом. Мінімальна ДС (9,7 мм), що встановили у 2019 і 2020 роках у одного (ОС 1031 В) і двох (ОС 1091 В, ОС 2017 В) генотипів, не істотно поступалась як величинам таких трьох (ОС 1091 В, ОС 1001 В, ОС 1021 В), так і одного генотипу (ОС 1001 В) ( $HIP_{0,05} = 1,04$  і  $1$ ) відповідно. Максимальна ДС (12,3 і 13,3 мм), якою характеризувався лише один зразок (ОС 1099 В) в обидва роки, не суттєво перевищив величини трьох (ОС 1099 В, ОС 1125 В, VLA 8 Su) і жодного з генотипів колекції у перший і другий роки дослідження відповідно.

За результатами 2019 і 2020 років встановили вірогідність впливу фактору «генотип» ( $F = 5,08$  і  $6,22$ ;  $F_{0,05} = 2,30$  відповідно) на варіювання ширини сім'янки у діапазоні від 5 мм (Sures 2, ОС 2017 В) до 7,3 мм (VLA 8 Su) і від 4,3 мм (Sures 2) до 7,3 мм (X-201 В) відповідно. Найвужча ШС достовірно відрізнялась від останніх решти генотипів в обидва роки ( $HIP_{0,05} = 0,95$ ) відповідно. Максимальні величини ШС, приведені вище, не істотно перевищили такі шести (ОС 1001 В, ОС 1091 В, ОС 1021 В, ОС 1125 В, Sures 1, ОС 1031 В) та двох (ОС 1001 В, Sures 1) генотипів у перший і другий роки відповідно.

Встановили вірогідність впливу фактору «генотип» ( $F = 109,76$  і  $87,36$ ;  $F_{0,05} = 2,30$ ) на варіювання ознаки «маса 1000 насінин» у 2019 і 2020 роках відповідно. У 2019 році найменша M1000H генотипу ОС 1099 В (16 г), та найбільша – X 201 В (35,7 г) вірогідно ( $HIP_{0,05} = 2,02$  і  $2,28$ ) не поступалась та не перевищила величини одного (ОС 1091 В) та жодного генотипів відповідно. За результатами 2020 року величини обох лімітів вірогідно відрізнялися від таких решти генотипів.

В залежності від генотипу спостерігали як збільшення, так і зменшення вмісту олії в насінні ( $F = 514,40$  та  $285,70$ ;  $F_{0,05} = 2,30$ ) у 2019 та 2020 роках відповідно. У 2019 році з мінімальним та максимальним ( $HIP_{0,05} = 0,6$ ) значенням олійності вірогідно відрізнялися генотипи X 201 В та ОС 1031 В з вмістом олії в насінні 30,5% та 42,8% відповідно, що вірогідно відрізнялися від решти генотипів. У 2020 році мінімальний ( $HIP_{0,05} = 0,8$ ) вміст олії в насінні показали генотипи ОС 1091 В (30,2%) та ОС 1099 В (30,4%), що вірогідно відрізняло їх від інших генотипів. Максимальні значення олійності, що спостерігали у генотипів Sures 1, Sures 2 та ОС 1125 В з вмістом олії 41,1, 40,9 та 41,5% відповідно, вірогідно відрізнялися від інших генотипів.

**Висновки.** Дослідження колекції ліній соняшнику показали високий рівень стійкості до гербіциду Гранстар Про 75 в.г. (д.р. трибенурон-метилу). Встановили наявність фенотипового різноманіття за більшістю морфо-біологічних ознак. Лінії відрізнялись одна від одної як інтенсивністю забарвлення окремих органів, так і різноманітністю форм останніх. Незмінним для всіх зразків залишився оранжево-жовтий колір язичкових квіток.

Результати аналізу ліній соняшнику за морфо-метричними ознаками показали зумовленість варіювання величин останніх фактором «генотип». Загалом лінії

представляли собою рослини, висота яких варіювалася залежно від року. Вплив умов вегетації 2020 року відзначився як зміною висоти рослин ( $t = 3,79$ ;  $t_{0,01} = 2,85$ ), так і подовженням періоду «сходи-цвітіння» ( $t = 2,64$ ;  $t_{0,05} = 2,09$ ) в середньому на 35 см і 5 днів відповідно в порівнянні з аналогічним періодом 2019 року, що встановили на тлі як зміни ( $r = 0,56$ ;  $r_{0,05} = 0,60$ ), так і збереження ( $r = 0,83$ ;  $r_{0,01} = 0,74$ ) рангів величин висоти рослин і тривалості періоду до цвітіння ліній відповідно. Зокрема, відбулась зміна рангів як найнижчих генотипів (з ОС 2017 В на ОС 1099 В), так і останніх з мінімальною тривалістю періоду до цвітіння (з ОС 1099 В на ОС 1001 В) у 2019 і 2020 роках відповідно. Ці факти встановили на тлі збереження константності прояву за роками максимальної висоти у генотипу Sures 2. Величини діаметру кошика та площі листової пластинки ліній у 2020 році порівняно з попереднім несуттєво ( $t = 0,60$  та  $0,98$ ;  $t_{0,05} = 2,09$ ) зменшились на 0,8 см та 56,4 см<sup>2</sup>, що встановили на тлі як значної зміни, так і збереження рангів генотипів за величинами даних ознак ( $r = 0,56$  та  $0,96$ ;  $r_{0,05} = 0,60$ ) відповідно. Найбільший та найменший діаметр кошика встановили у ліній ОС 1099 В та VLA 8 Su, а максимальну і мінімальну площу листової пластинки ОС 1099 В та Sures 1 відповідно в обидва роки. Умови року не вплинули суттєво на варіювання як довжини і ширини сім'янки ( $t = 0,19$  і  $0,15$ ;  $t_{0,05} = 2,09$ ), так і маси 1000 насінин ( $t = 1,53$ ;  $t_{0,05} = 2,09$ ). Так, величини перших двох ознак зменшились на десяті (0,1) і соті (0,04) мм, а третьої збільшилися на 4,7 г у 2020 році в порівнянні з 2019. Ранги генотипів за величинами даних трьох ознак збереглися лише за довжиною сім'янки ( $r = 0,71$ ;  $r_{0,05} = 0,60$ ), а за іншими двома («ширина сім'янки» і «маса 1000 насінин») суттєво змінилися ( $r = 0,38$  і  $0,37$ ;  $r_{0,05} = 0,60$ ) відповідно. Несуттєво ( $t = 0,31$ ;  $t_{0,05} = 2,09$ ) збільшення вмісту олії в насінні загалом по колекції на 0,6% спостерігали у 2020 році порівняно з 2019 роком на тлі константності рангів ліній за величинами цієї ознаки за роками ( $r = 0,78$ ;  $r_{0,01} = 0,74$ ).

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Колешкова Т.М., Рябчун В.К., Леонова Н.М. та ін. Формування робочої ознакової колекції сортів соняшнику за вмістом білка та олії в насінні. *Генетичні ресурси рослин*. 2016. № 19. С. 102–117.
2. Генетика и селекция подсолнечника: монография / Драган Шкорич и др. Харьков, 2015. 540 с.
3. Kolkman J., Slabaugh M., Bruniard J. et. al. Acetohydroxyacid synthase mutations conferring resistance to imidasolinone or sulfonylurea herbicides in sunflower. *Theor Appl Genet*. V. 10. 2004. P. 1147–1159.
4. Al-Khatib K., Baumgartner J.M.R., Peterson D.E. and Currie R.S. Imazethapyr resistance in common sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Weed Sci*. 1998. 46, 403-407.
5. Sala C.F., Bulos M., Altieri E., Ramos M.L. Genetics and breeding of herbicide tolerance in sunflower. Proc. 18-th Int. Sunflower Conf., Mar del Plata, Argentina, 2012. P. 75-81.
6. Орлов А.И. Подсолнечник: биология, выращивание, борьба с болезнями и вредителями. 2013. С. 367–382.
7. Идентификация морфологических признаков соняшнику (*Helianthus* L.): посібник / В.В. Кириченко та ін. Харків : ІР ім. В.Я. Юр'єва УААН, 2007. 78 с.
8. AOCS. 1998. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. 5th Edition, Dr. David Firestone (ed.) AOCS Press, Champaign.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия. Москва : Высшая школа, 1990. 352 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 343 с.

#### REFERENCES:

1. Koleshkova T.M., Ryabchun V.K., Leonova N.M., Leonov O.Yu., Kuzmishina N.V., Suprun O.G., Ilchenko N.K., Shelyakina T.A. (2016). Formuvannya robochoyi oznakovoyi kolektsiyi sortiv sonyashniku za vmistom bilka ta oliyi v nasinni [Formation of a working characteristic collection of sunflower varieties on the content of protein and oil in seeds]. *Genetichni resursi roslin*, 19, 102-117 [in Ukrainian].
  2. Генетика і селекція підсолнечника. (2015). Драган Шкорич, Dzherald Dzh., Seyler Zhao Lyu, Chao-Chen Zhan, Dzherri F. Miller, Lourens D. Sharle. [Sunflower genetics and breeding]. Harkov, 172-173 [in Russian].
  3. Kolkman J., Slabaugh M., Bruniard J., Berry S., Bushman B., Olungu C., Maes N., Abratti G., Zambelli A., Miller J., Leon A., Knapp S. (2004). Acetohydroxyacid synthase mutations conferring resistance to imidasolinone or sulfonylurea herbicides in sunflower. *Theor Appl Genet*. 10, 1147–1159 [in English].
  4. Al-Khatib K., Baumgartner J.M.R., Peterson D.E. and Currie R.S. (1998). Imazethapyr resistance in common sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Weed Sci*. 46, 403-407 [in English].
  5. Sala C.F., Bulos M., Altieri E., Ramos M.L. (2012) Genetics and breeding of herbicide tolerance in sunflower. Proc. 18-th Int. Sunflower Conf., Mar del Plata, Argentina, 75-81 [in English].
  6. Орлов А.И. (2013). Подсолнечник: биология, выращивание, борьба с болезнями и вредителями [Sunflower: biology, cultivation, disease and insects control]. Kiev, 367-382 [in Russian].
  7. Идентификация морфологических признаков соняшнику (*Helianthus* L.). (2007). [Identification of morphological features of sunflower]. Harkov [in Ukrainian].
  8. AOCS. 1998. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. 5th Edition, Dr. David Firestone (ed.) AOCS Press, Champaign [in English].
  9. Lakin G.F. (1990). *Biometriya* [Biometrics]. Moskva: Vysshaya shkola - high school [in Russian].
  10. Dospekhov B.A. (1979). *Metodika polevogo opyta* [Field experiment technique]. Moskva [in Russian].
- Ільченко А.С., Вареник Б.Ф., Ламарі Н.П.**  
**Формування ознакової колекції генотипів соняшнику (*Helianthus annuus* L.), стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин**  
**Метою** цієї роботи є формування ознакової колекції самозапилених ліній соняшнику, як за рівнем стійкості до гербіцидів групи сульфонілсечовин, так і за комплексом морфо-біологічних та морфо-метричних ознак, для подальшого використання в селекційних програмах.  
**Методи.** Оцінили стійкість 11 самозапилених ліній соняшнику; Sures 1, Sures 2, X-201 В, ОС 1001 В, ОС 1031 В, ОС 1091 В, ОС 1099 В, Од 1125 В, ОС 2017 В, ОС 1021 В,

VLA-8 SU до трибенурон-метилу шляхом підрахунку кількості стійких та нестійких рослин до гербіциду після обробки гербіцидом Гранстар Про 75 в.г. на 14-й день. Дослідження морфо-біологічних та морфо-метричних ознак соняшнику (*HELIANTHUS L.*) проводили за методикою Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Рівень олійності в насінні визначили експрес-методом із застосуванням приладу ЯМР (ядерно магнітний резонатор) Newport Oxford Instruments, Buckinghamshire, England. Статистичну обробку даних провадили з використанням інструментів програми «Excel». Зокрема, оцінку суттєвості впливу фактору «генотип» на варіювання величин восьми морфологічних ознак провадили в однофакторному дисперсійному комплексі з використанням параметричного критерію Фішера (F). Для визначення меж граничних випадкових відхилень отриманих результатів використали метод найменшої істотної різниці (НІР). **Результати.** Дослідження одинадцяти ліній соняшнику за морфо-біологічними та морфо-метричними ознаками відбувалося протягом 2019 та 2020 років. Усі досліджувані лінії показали стійкість до трибенурон-метилу на високому рівні. Встановили наявність фенотипового різноманіття за більшістю морфо-біологічних ознак. Лінії також відрізнялись одна від одної як інтенсивністю забарвлення окремих органів, так і різноманітністю форм останніх. Незмінним для всіх зразків залишився оранжево-жовтий колір язичкових квіток. Результати досліджень ліній соняшнику за морфо-метричними ознаками показали зумовленість варіювання величин фактором «генотип». Лінії представляли собою низькорослі рослини, висота яких варіювалася залежно від року, у 2019 році вона не перевищувала 148,3 см, а у 2020 році – 119 см. Максимальний діаметр кошика був у лінії VLA 8 Su та мінімальний у OC 1099 B. Зразок Sures 1 виділювався найбільшою площею листової пластини (626,6 см<sup>2</sup> у 2019 році та 513,4 см<sup>2</sup> у 2020 році). Період «сходи-цвітіння» в середньому по лініям становив 65 днів у 2019 році та збільшився у 2020 році і становив 71 день. Умови року не вплинули суттєво на варіювання довжини і ширини сім'янки. Максимальну масу 1000 насінин спостерігали у ліній X-201 B та OC 2017 B, що мала 38 г. Олійність колекційних зразків варіювала від 31,3 до 41,1%.

**Висновок.** Проведені дослідження дозволили сформулювати колекцію самозапилених ліній соняшнику стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин та встановили високий рівень стійкості колекційних зразків до трибенурон-метилу.

**Ключові слова:** колекція, соняшник, сульфонілсечовина, гербіциди, трибенурон-метил

**Ilichenko A.S., Varenyk B.F., Lamari N.P. Formation of a characteristic collection of sunflower (*Helianthus annuus L.*) genotypes resistant to sulfonylurea herbicides**

**Purpose.** The purpose of the work is to form a characteristic collection of inbred lines of sunflower, both for

the level of resistance to herbicides of the sulfonylurea group and for a set of morpho-biological and morpho-metric traits, for further use in breeding programs. **Methods:** It was evaluated the stability of 11 inbred lines of sunflower: Sures 1, Sures 2, X-201 B, OC 1001 B, OC 1031 B, OC 1091 B, OC 1099 B, Od 1125 B, OC 2017 B, OC 1021 B, VLA-8 SU, to tribenuron-methyl by counting the number of resistant and not resistant plants to the herbicide after treatment with the herbicide Granstar Pro 75 on the 14th day of growing. Studies of morpho-biological and morpho-metric traits sunflower (*HELIANTHUS L.*) were conducted according to the methods of The Plant Production Institute nd. a. V. Ya. Yuryev of NAAS. The level of oil content in the seeds was determined by the express method using Newport Oxford Instruments, Buckinghamshire, England. Statistical data processing was performed using Excel tools. In particular, the assessment of the significance of the influence of the factor "genotype" on the variation of the values of eight morphological traits was performed in a one-factor dispersion complex using the parametric Fisher's test (F). The least significant difference method was used to determine the limits of the marginal random deviations of the obtained results. **Results.** The study of eleven sunflower lines on morpho-biological and morpho-metric features took place during 2019 and 2020. All studied lines was showed resistance to tribenuron-methyl at a high level. The presence of phenotypic diversity in most morpho-biological traits was established. The lines also differed from each other, both in the intensity of color of individual organs and the variety of forms of the latter. The orange-yellow color of the ligulate flowers remained unchanged for all samples. The results of studies of sunflower lines on morphometric characteristics showed the conditionality of variation of values by the factor "genotype". All the lines were low-growing, the height of which varied depending on the year, in 2019 it did not exceed 148.3 cm, and in 2020 - 119 cm. The maximum diameter of the head had in the line VLA 8 Su and the minimum in OC 1099 B. Sample Sures 1 stood out with the largest leaf plate area (626.6 cm<sup>2</sup> in 2019 and 513.4 cm<sup>2</sup> in 2020). The period of "shoots-flowering" averaged 65 days in 2019 and increased in 2020 and amounted to 71 days. The conditions of the year did not significantly affect the variation in the length and width of the achene. The maximum weight of 1000 seeds was observed in the lines X 201 B and OC 2017 B, which had 38 g. The oil content of the collection samples varied from 31.3 to 41.1%. **Conclusions.** The conducted researches allowed to form a collection of inbred lines of sunflower resistant to herbicides of the sulfonylurea group and established a high level of resistance of collection samples to tribenuron-methyl.

**Key words:** collection, sunflower, sulfonylurea, herbicides, tribenuron-methyl.