

УДК: 633.854.78:631.527:575

О.А. Сивенко*, В.П. Коломацька, Н.В. Кузьмишина, В.І. Сивенко,
С.А. Чумаченко

Морфобіологічні особливості нових ліній-відновників фертильності соняшнику

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України, Харків, Україна

**E-mail: yuriev1908sunflower@gmail.com*

UDC: 633.854.78:631.527:575

О.А. Syvenko*, V.P. Kolomatska, N.V. Kuzmyshyna, V.I. Syvenko,
S.A. Chumachenko

Morphobiological Traits of New Sunflower Lines - Fertility Restorers

Yuriev Plant Production Institute of NAAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

**E-mail: yuriev1908sunflower@gmail.com*

Реферат: Визначено ознаки відмінності нових ліній-відновників фертильності соняшнику за морфологічними ознаками рослини, стебла, листка і кошика та їх різноманіття за ознаками продуктивності і вмісту олії в насінні. За рівнем продуктивності виділено ранньостиглі ліній-відновники фертильності: однокошикові лінії X 0013 В і X 1807 В (40,98 і 42,32 г, відповідно) і багатокошикову лінію X 1809 В (25,04 г). За вмістом олії в насінні виділено лінію ЛГВ і значенням ознаки 53,91%. За масою 1000 насінин найвище значення мала лінія X 0013 В – 75,8 г, яка може становити інтерес для селекції на крупноплідність. Виділено цінні ліній-відновники фертильності соняшнику X 1807 В і X 1818 В з тривалістю вегетаційного періоду 90 і 96 діб та періодом цвітіння 19 і 15 діб, що поєднують високий рівень продуктивності (42,32 г і 25,99 г) зі стійкістю до збудника несправжньої борошнистої роси. Виділено ранньостиглі лінії X 1803 В і X 1809 В, що належать до гіллястих форм, з тривалістю періоду «сходи-цвітіння» 54 та 56 діб, які мали продуктивність рослини на рівні ліній-тестерів (19,39 г та 25,04 г відповідно), а за вмістом олії в насінні достовірно їх перевищили (49,22 % та 49,16 %). За результатами експертизи в Національному Центрі генетичних ресурсів рослин України ліній-відновники фертильності соняшнику X 1807 В, X 1818 В (однокошикові) та X 1803 В і X 1809 В (багатокошикові) перевищили лінію-тестер X 720 В за продуктивністю та іншими селекційними ознаками. Лінії включено до Банку генетичних ресурсів рослин України.

Ключові слова: соняшник, лінія-відновник фертильності, морфологічні ознаки, продуктивність, вміст олії в насінні, маса 1000 насінин, стійкість до хвороб

Abstract: Distinctness traits in new sunflower lines- fertility restorers were described: morphological characteristics of the plant, stem, leaf, and head. The lines' diversity was determined for performance traits and oil content in seeds. The following early-ripening lines - fertility restorers were distinguished by performance: mono-headed lines 'Kh 0013 V' and 'Kh 1807 V' (40.98 and 42.32 g, respectively) and multi-headed line 'Kh 1809 V' (25.04 g). Line 'LHV' was distinguished by seed oil content (53.91%). The greatest thousand seed weight of 75.8 g was recorded for line 'Kh 0013 V', which may be of interest for breeding for large fruits. We identified valuable sunflower lines - fertility restorers, 'Kh 1807 V' and 'Kh 1818 V', with vegetation periods of 90 and 96 days, respectively, and flowering periods of 19 and 15 days; the lines combine great performance (42.32 g and 25.99 g) with resistance to the pathogen of downy mildew. We also selected two early-ripening, branched lines, 'Kh 1803 V' and 'Kh 1809 V', with lengths of the "emergence-anthesis" period of 54 and 56 days, respectively; the lines showed plant performance similar to that of the tester lines (19.39 g and 25.04 g, respectively) and significantly were superior to the latter in terms of seed oil content (49.22% and 49.16%). According to the results of the examination by the National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine, sunflower lines - fertility restorers 'Kh 1807 V', 'Kh 1818 V' (mono-headed), 'Kh 1803 V' and 'Kh 1809 V' (multi-headed) were superior to tester line 'Kh 720 V' in terms of performance and other breeding traits. The lines were included in the Bank of Plant Genetic Resources of Ukraine.

Key words: sunflower, line - fertility restorer, morphological traits, performance, seed oil content, thousand seed weight, disease resistance.

Вступ

Соняшник є цінною олійною культурою з високим вмістом жиру та білка, продукти переробки якого мають широке використання. Україна входить до переліку країн – світових лідерів з виробництва цієї культури та експорту соняшникової олії, що підтверджує її важливість для економічного розвитку країни [1]. Вирощування соняшнику є економічно вигідною справою, при цьому прибутковість безпосередньо залежить від рівня його урожайності [2]. Зважаючи на це, подальше збільшення валових зборів насіння товарного соняшнику може бути досягнуте насамперед за рахунок впровадження у виробництво високоврожайних гібридів [3].

Також сучасні гібриди повинні мати не тільки високий потенціал врожайності, але й бути адаптованими до умов вирощування, стійкими до небезпечних хвороб. Порушення сівозмін при вирощуванні соняшнику призводить до розвитку хвороб та виникнення більш агресивних шкідливих організмів. Це зумовлює необхідність селекційної роботи на стійкість до збудників основних патогенів, важливим етапом якої є оцінка та створення стійкого вихідного матеріалу [4, 5]. При створенні таких гібридів вирішальне значення має генетичне різноманіття вихідних батьківських компонентів, які забезпечують високу урожайність в різних умовах.

Проведення аналізу генетичного різноманіття лінійного матеріалу, в тому числі і вітчизняного походження, є важливим кроком до розуміння генетичної основи сучасної селекції соняшнику. Сформовані каталоги ліній соняшнику активно використовуються для підбору вихідного матеріалу для селекційних програм [6]. Оцінка та характеристика генетичного різноманіття соняшнику є важливою через зростання потреб у сортовому вдосконаленні [7, 8].

Також ці знання є важливими для поповнення новими зразками генетичних банків рослин, які відіграють ключове значення для забезпечення селекційних програм вихідним матеріалом.

У роботі Ведмедевої та Носаль показано, що ретельний підбір вихідних форм з генетичного різноманіття колекцій соняшнику позитивно впливає на створення високогетерозисних гібридів [9]. Дослідженнями Filippi та ін. підтверджено, що успішний підбір вихідних форм для селекції залежить від генетичного різноманіття генотипів соняшнику [10].

Основними вимогами до ліній-відновників фертильності соняшнику є висока комбінаційна

Introduction

Sunflower is a valuable oilseed crop with high oil and protein contents and its products are widely used. Ukraine is among the world leaders in this crop cultivation and sunflower oil export, confirming its importance for the country's economic development [1]. Sunflower growing is an economically profitable business and its profitability directly depends on yield [2]. In view of this, a further increase in the gross harvest of commercial sunflower seeds can be achieved primarily by introducing high-yielding hybrids into production [3].

In addition, modern hybrids are supposed not only to have high yield potentials but also to be adapted to growing conditions and resistant to dangerous diseases. Non-observance of crop rotations in sunflower cultivation leads to the development of diseases and emergence of more aggressive harmful organisms. This necessitates breeding for resistance to pathogens of major pathogens, where assessments and creation of resistant starting materials are important stages [4, 5]. Upon creating such hybrids, the genetic diversity of initial parental components is of decisive importance, as they ensure high yields under various conditions.

Analysis of the genetic diversity of lines, including domestic ones, is an important step towards understanding the genetic basis of modern sunflower breeding. Catalogs of sunflower lines are extensively used to select starting materials for breeding programs [6]. Evaluation and characterization of the sunflower genetic diversity is important because of the growing need for varietal improvement [7, 8].

This knowledge is also vital for enriching plant genetic banks with new accessions, as the banks play a key role in providing breeding programs with starting materials.

Vedmedieva and Nosal showed that careful selection of initial forms from the genetic diversity of sunflower collections beneficially affected the creation of highly heterotic hybrids [9]. Filippi et al. confirmed that the successful selection of initial forms for breeding depended on the genetic diversity of sunflower genotypes [10].

The main requirements for sunflower lines - fertility restorers are as follows: high combining ability, long anthesis, resistance to

здатність, більш тривалий період цвітіння, стійкість до збудників хвороб, особливо до несправжньої борошнистої роси та оптимальний морфотип, що забезпечує технологічність їх вирощування на ділянках гібридизації. Доцільно залучати до схрещування лише кращі лінії з прогнозованою їх високою цінністю, пристосованістю до різноманітних середовищ існування, котрі мають значну мінливість біотичних і абіотичних ознак [11-13].

Добір вихідного матеріалу для залучення в селекційні програми проводиться за його відповідністю комплексу певних ознак і властивостей, серед яких високий рівень продуктивності і якості, адаптивність до біо- та абіотичних факторів, технологічність. Разом з цим, селекція нових гібридів соняшнику стримується труднощами в організації вирощування генетично чистих батьківських ліній та гібридів. Для контролю за механічним та біологічним засміченням пропонується їх генетичне маркування [14]. Морфологічні ознаки рослин соняшнику можна використовувати як маркерні ознаки. Візуально їх можна добре розрізнити, і, на відміну від біохімічних методів, вони не потребують великих затрат для їх визначення. Ідентифікація ліній соняшнику за морфологічними ознаками є ефективним методом для виділення цінних зразків з генетичного різноманіття [15].

Встановлено, що існування широкого діапазону варіацій для більшості ознак серед інбредних ліній соняшнику, зокрема різноманітність морфологічних ознак, може впливати на господарські ознаки гібридів [16].

У зв'язку з викладеним у роботі вивчали генетичне різноманіття лінійного матеріалу соняшнику та особливості нових ліній за комплексом ознак і властивостей з метою поповнення селекційних програм матеріалом, цінним для створення гібридів.

Методика

Дослідження проводили протягом 2023 – 2024 рр. на полях селекційної сівозміни Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України (сел. Елітне, Харківський район, Харківська обл.).

Погодні умови років досліджень (2023-2024 рр.) впродовж вегетаційного періоду соняшнику мали певні особливості. В цілому, 2023 рік можна охарактеризувати як жаркий і вологий. Відзначено перевищення середньодобової температури повітря в липні, серпні і вересні середньої багаторічної на 0,3, 0,6 і 2,7°C, відповідно.

diseases, especially downy mildew, and an optimal morphotype, which ensures the technological effectiveness of their cultivation in hybridization plots. It is advisable to involve in crossing only the best lines with predicted high value, adaptability to various environments, and significant variability of biotic and abiotic characteristics [11-13].

Starting materials for inclusion in breeding programs are selected by sets of desirable characteristics and features, including high performance, quality, adaptability to biotic and abiotic factors, and technological effectiveness. At the same time, the breeding of new sunflower hybrids is hampered by difficulties in organizing the cultivation of genetically pure parental lines and hybrids. To control mechanical and biological contamination, their genetic marking is proposed [14]. Morphological traits of sunflower plants can be used as marker characteristics. They can be clearly distinguished visually, and, unlike biochemical parameters, their determination is cheap. Identification of sunflower lines by morphological traits is an effective method to distinguish valuable accessions from genetic diversity [15].

It was found that wide variations of most characteristics among inbred sunflower lines, in particular the diversity of morphological traits, could affect economic characteristics of hybrids [16].

In connection with the above, the genetic diversity of sunflower lines and the features of new lines were screened for a set of traits and characteristics in order to supplement breeding programs with valuable material for creating hybrids.

Methods

The study was conducted in the crop rotation fields of the Yuriev Plant Production Institute of NAAS of Ukraine (Elitne Village, Kharkivskyi District, Kharkivska Oblast) in 2023 – 2024.

The weather during the sunflower growing periods in the research years (2023-2024) had certain peculiarities. In general, 2023 was hot and wet. The average daily air temperature in July, August and September was higher than the multi-year average by 0.3, 0.6

Кількість опадів у липні була вищою за середню багаторічну на 91,0 мм. За погодними умовами 2024 рік можна охарактеризувати як жаркий і посушливий. В літні місяці (червень, липень, серпень) відзначено перевищення середньодобової температури повітря середньої багаторічної на 2,1, 5,6 і 2,7°C відповідно. За опадами найбільшу кількість відзначено в червні (49,0 мм). Критичну нестачу опадів спостерігали в період наливу насіння (серпень) – 7,0 мм, а у вересні вони були взагалі відсутні.

Матеріалом досліджень були нові лінії-відновники фертильності соняшнику Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН: ЛГВ, X 0013 В, X 1803 В, X 1807 В, X 1809 В, X 1818 В, X 06134 В, X 2301 В.

Планування, організацію та проведення польових досліджень проводили згідно з методиками [17, 18] з урахуванням зональних особливостей вирощування соняшнику [19].

Зразки соняшнику висівали на дворядковій ділянці площею 9,8 м², стандартним методом. Сівбу виконували ручними селекційними саджалками з шириною міжряддя 70 см та в рядку між рослинами 25 см. Густоту рослин формували в фазі другої пари справжніх листків шляхом ручної проривки, в кожному гнізді залишали по одній рослині.

Бальну оцінку ліній соняшнику за морфологічними ознаками було проведено візуально за рівнем прояву ознаки [20, 21]. Лінійний матеріал вивчено за тривалістю періоду від сходів до цвітіння, врожайністю, продуктивністю з однієї рослини, масою 1000 насінин, висотою рослини [18]. Аналіз вмісту олії у насінні визначали за методом ядерно-магнітного резонансу [22]. Оцінку стійкості соняшнику до несправжньої борошнистої роси проведено у польових умовах за стандартними фітопатологічними методиками визначення поширеності хвороб [23].

Результати та обговорення

Лінії-відновники фертильності соняшнику в 2023-2024 рр. було вивчено за селекційними та цінними господарськими ознаками. За результатами фенологічних спостережень встановлено, що за тривалістю періоду від сходів до фізіологічної стиглості лінії перебували в межах від 99 до 103 діб, а тривалістю періоду від сходів до цвітіння – від 54 до 64 діб (табл. 1). За проявом селекційних ознак лінії було порівняно з батьківськими компонентами зареєстрованих гібридів соняшнику – ультраранньостиглою лінією X 720 В та середньоранньостиглою лінією

and 2.7°C, respectively. The precipitation amount in July was higher than the multi-year average by 91.0 mm. The weather in 2024 was hot and dry. In the summer months (June, July, August), the average daily air temperature was 2.1, 5.6 and 2.7°C higher than the multi-year average, respectively. The largest amount of precipitation was recorded in June (49.0 mm). A critical lack of precipitation was observed during the seed filling period (August, 7.0 mm) and in September (no precipitation at all).

New sunflower lines - fertility restorers bred at the Yuriev Plant Production Institute of NAAS were studied: 'LHV', 'Kh 0013 V', 'Kh 1803 V', 'Kh 1807 V', 'Kh 1809 V', 'Kh 1818 V', 'Kh 06134 V', and 'Kh 2301 V'.

The field surveys were planned, organized and conducted, as described in [17, 18], with due account for the zonal peculiarities of sunflower cultivation [19].

The sunflower lines were sown in two-row plots of 9.8 m² by the standard method with manual breeding planters. The inter-row spacing was 70 cm and the inter-plant distance in the rows was 25 cm. Plant density was adjusted in the phase of the second pair of true leaves by manual thinning out, leaving one plant in each nest.

The morphological traits in the sunflower lines were visually scored by expression levels of these traits [20, 21]. In the lines, the “emergence – anthesis” period, yield, plant performance, thousand seed weight, and plant height were measured [18]. The oil content in seeds was determined by nuclear magnetic resonance [22]. The sunflower resistance to downy mildew was assessed in the field using standard phytopathological methods for determining disease prevalence [23].

Results and Discussion

The sunflower lines - fertility restorers were screened in 2023-2024 for breeding and valuable economic traits. Phenological observations showed that the “emergence – physiological ripeness” periods in the lines lasted from 99 to 103 days, and the “emergence – anthesis” periods – from 54 to 64 days (Table 1). As to the breeding traits expression, the lines were compared with the parents of registered sunflower hybrids - ultra-early line 'Kh 720 V' and the medium-early line 'Kh 4413 V'.

X 4413 B.

Найбільш ранньостиглою була лінія X 1807 B з тривалістю вегетаційного періоду 90 діб. Ця лінія в попередні роки вивчення за тривалістю вегетаційного періоду також була віднесена до ультраранньостиглої групи. У ліній ЛГВ, X 1809B, X 1818B і X 2301B тривалість періоду від сходів до фізіологічної стиглості становила 99 діб, а від сходів до цвітіння від 56 до 62 діб. Як і більшість вивчених ліній, вони відносяться до ранньостиглої групи.

The most early-ripening line was 'Kh 1807 V', with a growing period of 90 days. In previous years, this line was also classed as ultra-early by its growing period length. In lines 'LHV', 'Kh 1809V', 'Kh 1818V', and 'Kh 2301V', the "emergence - physiological ripeness" and "emergence – anthesis" periods lasted 99 and 56-62 days, respectively. Like most of the studied lines, they belong to the early-ripening group.

Таблиця 1. Характеристика ліній-відновників фертильності соняшнику за тривалістю вегетаційного періоду та його етапами, 2023-2024 рр.

Table 1. Characterization of the sunflower lines - fertility restorers by growing period and its stages, 2023-2024.

Лінія / Lines	Тривалість періоду «сходи-фізіологічна стиглість», діб / "Emergence - physiological ripeness" period, days	Тривалість періоду «сходи-цвітіння», діб / "Emergence – anthesis" period, days	Тривалість періоду цвітіння, діб / Anthesis length, days
ЛГВ* / LHV*	99	60	25
X0013B / Kh0013V	103	62	8
X1803B* / Kh1803V*	101	54	26
X1807B / Kh1807V	90	55	19
X1809B* / Kh1809V*	99	56	29
X1818B / Kh1818V	96	59	15
X06134B* / Kh06134V*	103	64	19
X2301B / Kh2301V	99	62	16
X720B* / Kh720V*	89	58	23
X4413B* / Kh4413V*	104	61	19
середнє / Mean	98,3	59,7	19,2
HIP _{0,05} / LSD _{0,05}	3,5	2,4	1,8

Примітка: * - гіллясті форми

Note: * - branched forms

Вірогідно більшу тривалість вегетаційного періоду відносно середнього значення мали лінії X 0013 B, X 06134 B і X 4413 B, які відповідають середньоранньостиглій групі (103, 103, 104 доби).

Важливою селекційною ознакою для ліній-відновників фертильності, які відіграють роль запилювача, є тривалість періоду цвітіння. Найбільш тривале цвітіння збільшує ймовірність якісного запилення материнських ліній на ділянках гібридизації. Тривалість періоду цвітіння у ліній-відновників фертильності варіювала від 8 до 29 діб. Найбільш тривалим цей період був у багатокошикових ліній ЛГВ, X 1809 B, який становив 25 і 29 діб відповідно, що перевищує тестерну лінію X 720 B (23 доби). Порівняно

Lines 'Kh 0013 V', 'Kh 06134 V' and 'Kh 4413 V' had significantly longer growing periods in comparison with the mean value; hence, they correspond to the medium-early group (103, 103, 104 days, respectively).

Anthesis length is an important breeding characteristic for lines - fertility restorers that act as pollinators. The longest flowering increases the probability of high-quality pollination of female lines in hybridization plots. The anthesis length in the lines - fertility restorers varied from 8 to 29 days. The longest anthesis was recorded for multi-headed lines 'LHV' and 'Kh 1809 V' (25 and 29 days, respectively); it was longer than that in the tester line, 'Kh 720 V' (23 days). Early-ripening mono-headed lines 'Kh 1807 V' and 'Kh 2301

тривалим цвітінням відрізнялись ранньостиглі однокошикові лінії X 1807 В і X 2301 В із значенням ознаки 19 і 16 діб. Найменшою тривалістю відрізнялась однокошикова лінія X 0013 В – 8 діб.

Як відзначено вище, три з вивчених ліній віднесено до багатокошикових форм. У цих ліній кількість бічних галузень відповідає кількості бічних кошиків (табл. 2). Подвійне галузіння характерне для ранньостиглої лінії X 1809 В, яка мала найбільшу кількість бічних кошиків (11 шт.) і найтриваліший період цвітіння – 29 діб.

Висота рослини є важливою морфологічною ознакою для ідентифікації генотипів соняшнику, а її мінливість в стресових умовах, як свідчать дані Ghaffari та Toorchi – одним із критеріїв адаптивності [24]. Нові лінії мали висоту рослини від 96,1 до 157,3 см. Лінія X 1809 В була на рівні лінії-тестера X 720 В.

V’ also had relatively long flowering of 19 and 16 days long. Mono-headed line ‘Kh 0013 V’ had the shortest anthesis of 8 days long.

As noted above, three of the studied lines were classed as multi-headed forms. In these lines, the number of lateral branches corresponds to the number of lateral heads (Table 2). Double branching is intrinsic to early-ripening line ‘Kh 1809 V’, which had the greatest number of lateral heads (11) and the longest anthesis (29 days).

Plant height is an important morphological trait in identification of sunflower genotypes, and its variability under stressful conditions, as evidenced by Ghaffari and Toorchi’ data, is a criterion for adaptability [24]. The new lines were 96.1 to 157.3 cm tall. Line ‘Kh 1809 V’ was as tall as the tester line (‘Kh 720 V’).

Таблиця 2 Характеристика ліній-відновників фертильності соняшнику за морфологічними ознаками, 2023-2024 рр.

Table 2 Characterization of the sunflower lines - fertility restorers by morphological traits, 2023-2024.

Лінія / Lines	Кількість бічних галузень, шт. / Number of lateral branches	Кількість бічних кошиків, шт. / Number of lateral heads	Висота рослини, см / Plant height, cm	Діаметр кошика, см / Head diameter, cm
ЛГВ* / LHV*	9	9	138,7	9,5
X0013В / Kh0013V	-	-	155,6	14,9
X1803В* / Kh1803V*	5	5	119,4	9,0
X1807В / Kh1807V	-	-	119,7	13,3
X1809В* / Kh1809V*	6	11	96,1	8,3
X1818В / Kh1818V	-	-	136,6	19,0
X06134В* / Kh06134V*	8	8	157,3	9,2
X2301В / Kh2301V	-	-	130,2	15,6
X720В* / Kh720V*	5	8	96,5	9,6
X4413В* / Kh4413V*	4	4	149,6	8,3
середнє / Mean	-	-	131,1	11,9
ЛГВ* / LHV*	-	-	12,4	0,7

Примітка: * - гіллясті форми

Note: * - branched forms

У гіллястих ліній відзначено високі величини діаметра центрального кошика, які знаходились в межах від 8,3 см до 9,5 см. А

In the branched lines, the central head diameter was long, ranging 8.3 cm to 9.5 cm. In the mono-headed lines (‘Kh 2301 V’, ‘Kh

значення діаметра кошика у однокошикових ліній X 2301 В, X 0013 В і X 1807 В сягало 15,6 см, 14,9 см і 13,3 см відповідно. За даними Balalić та ін. діаметр кошика впливає на кількість квіток та кількість насіння у кошику, що є важливими передумовами для врожайності [25].

В табл. 3 наведено характеристику ліній за цінними господарськими ознаками. Слід відзначити, що за продуктивністю рослини виявлено найбільше варіювання ознаки – від 12,31 до 42,32 г/рослину. Це зумовлено генетичним потенціалом ліній та їх адаптивністю до умов року, що потребує аналізу багаторічних досліджень. Найвищу продуктивність сформували однокошикові лінії X 0013 В і X 1807 В – 40,98 і 42,32 г, відповідно. Найвище значення продуктивності – 25,04 г/рослини серед багатокошикових ліній відзначено у лінії X 1809 В. Про істотне різноманіття вихідного матеріалу соняшнику за продуктивністю та його ознаками повідомляється в дослідженнях [26-27].

0013 V' and Kh 1807 V'), the head diameter amounted to 15.6 cm, 14.9 cm and 13.3 cm, respectively. According to Balalić et al., the head diameter affects the number of flowers and the number of seeds per head, which are important prerequisites for yield [25].

Table 3 shows valuable economic traits of the lines. It should be noted that plant performance was the most variable trait, ranging 12.31 to 42.32 g/plant. This is attributed to the lines' genetic potentials and their adaptability to the year's conditions and requires long-term research. The highest performance was recorded for mono-headed lines 'Kh 0013 V' and 'Kh 1807 V': 40.98 and 42.32 g, respectively. Among the multi-headed lines, the best performance of 25.04 g/plant was seen in line 'Kh 1809 V'. Considerable variability of performance and other traits was also reported for sunflower starting materials in other studies [26-27].

Таблиця 3 Характеристика ліній відновників фертильності соняшнику за цінними господарськими ознаками, 2023-2024 рр.

Table 3 Characterization of the sunflower lines - fertility restorers by valuable economic traits, 2023-2024.

Лінія / Lines	Продуктивність, г/рослину / Performance, g/plant	Маса 1000 насінин, г / 1000 seed weight, g	Вміст олії в насінні, % / Seed oil content, %
ЛГВ* / LHV*	20,39	42,3	53,91
X0013В / Kh0013V	40,98	75,8	44,53
X1803В* / Kh1803V*	19,39	49,6	49,22
X1807В / Kh1807V	42,32	54,0	43,55
X1809В* / Kh1809V*	25,04	36,0	49,16
X1818В / Kh1818V	25,99	38,5	39,54
X06134В* / Kh06134V*	12,31	28,0	45,73
X720В* / Kh720V*	18,87	39,5	45,18
X4413В* / Kh4413V*	10,16	28,0	47,18
середнє / Mean	22,0	40,8	45,1
ЛГВ* / LHV*	3,3	4,8	2,4

Примітка: * - гіллясті форми

Note: * - branched forms

Також лінія ЛГВ значно відрізнялась від інших за вмістом олії в насінні – 53,91%, що є досить високим значенням. У середньому у вивчених ліній вміст олії становив 45,10%. Вірогідно високі значення за цією ознакою виявлено у ліній X 1803 В (49,22%) і X 1809 В (49,16 %). Низьким вмістом олії відрізнялась

In addition, line 'LHV' line significantly differed from the others in terms of seed oil content – 53.91%, which is a rather high value. The mean oil content in the studied lines was 45.10%. Significantly high values of this trait were detected in lines 'Kh 1803 V' (49.22%) and 'Kh 1809 V' (49.16%). Early-ripening line

ранньостигла X 1818 В (39,54 %).

За масою 1000 насінин відзначено різноманіття в межах 28,0– 75,8 г, при цьому найвище значення мала лінія X 0013 В – 75,8 г, яка може представляти інтерес для селекції на крупноплідність. Результати Носаль та ін. показали, що відбір ліній за масою 1000 насінин створює можливості для отримання нових крупноплідних гібридів соняшнику [29].

Таким чином, за результатами досліджень (2023-2024 рр.) виділено цінні однокосикові лінії-відновники фертильності соняшнику X 1807 В і X 1818 В, з тривалістю вегетаційного періоду 90 і 96 діб та періодом цвітіння 19 і 15 діб відповідно, що поєднують високий рівень продуктивності (42,32 і 25,99 г/рослину, відповідно) з стійкістю до збудника несправжньої борошнистої роси. Отже лінії X 1807 В і X 1818 В можна рекомендувати, як вихідний матеріал для селекційної роботи.

Ультраранньостигла лінія X 1807 В і ранньостигла лінія X 1818 В, які є однокосиковими формами, з висотою рослини 124,0 і 136,6 см відповідно, перевищили лінії-тестери X 720 В і X 4413 В за продуктивністю. Ранньостиглі лінії X 1803 В і X 1809 В, що належать до гіллястих форм, з висотою рослини 119,4 см і 96,1 см відповідно, мали продуктивність рослини на рівні ліній-тестерів, а за вмістом олії в насінні достовірно їх перевищили.

В польових умовах лінії-відновники фертильності оцінено на стійкість до збудника несправжньої борошнистої роси. Лінія ЛГВ мала стійкість до хвороби на рівні 7 балів, інші вивчені лінії були стійкими (9 балів). Стійкість на рівні 5 балів відзначено у лінії-тестера X 720 В.

За результатами польового вивчення ліній-відновники фертильності соняшнику було оцінено за морфологічними ознаками. Виявлено чотири лінії, які мали галузнення, з них лінія X 1803 В лише біля верхівки та лінії X 1809 В, ЛГВ, X 06134 В за всією висотою рослини. Лінії-відновники фертильності з розгалуженням рослини мають переваги над однокосиковими, забезпечуючи більш тривале цвітіння та продукування більшої кількості пилку. Лінії X 0013 В, X 1807 В, X 1818 В, X 2301 В мали однокосикові рослини.

Під час вегетації в умовах підвищеної сонячної інсоляції, лінії з косиками, оберненими донизу мають більш виповнене продуктивне насіння. Серед дослідженого матеріалу відзначено положення косиків у ліній

‘Kh 1818 V’ (39.54%) was noticeable for low oil content.

The thousand seed weight varied within 28.0– 75.8 g, with the greatest weight of 75.8 g in line ‘Kh 0013 V’, which may be of interest for breeding for large fruits. Nosal et al. demonstrated that the selection of lines by thousand seed weight created opportunities for developing new large-fruited sunflower hybrids [29].

Thus, based on the results obtained in 2023-2024, valuable mono-headed sunflower lines - fertility restorers ‘Kh 1807 V’ and ‘Kh 1818 V’ were identified; their vegetation lasted 90 and 96 days, respectively; their anthesis duration was 19 and 15 days, respectively; they combined high performance (42.32 and 25.99 g/plant, respectively) with resistance to the pathogen of downy mildew. Therefore, lines ‘Kh 1807 V’ and ‘Kh 1818 V’ can be recommended as starting materials for breeding.

In ultra-early line ‘Kh 1807 V’ and early-ripening line ‘Kh 1818 V’, which are mono-headed forms, plants were 124.0 and 136.6 cm tall, respectively, and these lines outperformed the tester lines, ‘Kh 720 V’ and ‘Kh 4413 V’ in terms of productivity. Early-ripening lines ‘Kh 1803 V’ and ‘Kh 1809 V’, which are branched forms, with a plant height of 119.4 cm and 96.1 cm, respectively, showed plant performance similar to that of the tester lines and were significantly superior to the latter in terms of seed oil content.

In the field, the lines - fertility restorers were evaluated for resistance to the pathogen of downy mildew. Line ‘LHV’ showed a 7-point resistance to this disease; the other studied lines were even more resistant (9 points). A 5-point resistance was noted in the tester line (‘Kh 720 V’).

The sunflower lines - fertility restorers were also screened for morphological traits. Four branched lines were identified; of them, line ‘Kh 1803 V’ was branched only near the top, while lines ‘Kh 1809 V’, ‘LHV’ and ‘Kh 06134 V’ were branched along the entire stem. Branched lines - fertility restorers have advantages over mono-headed lines, ensuring longer anthesis and production of more pollen. Lines ‘Kh 0013 V’, ‘Kh 1807 V’, ‘Kh 1818 V’, and ‘Kh 2301 V’ had mono-headed plants.

During vegetation under increased solar insolation, lines with heads turned downwards have more filled productive seeds. As to head

X 1803 В, X 1807 В, X 1818 В обернене до низу разом із сильним викривленням стебла, у лінії X 1809В положення кошика обернене до низу з легким викривленням стебла; лінії X 0013 В та ЛГВ мали кошик напівобернений донизу разом із стеблом.

Разом з цим, небажаною ознакою в умовах Лісостепу України є поєднання у ліній обернених на 180° кошиків з опуклою їх формою, що зумовлює накопичення надмірної вологи при дощовій погоді в період дозрівання та сприяє ураженню кошиків сірою і білою гнилями. До ліній, що мали злегка опуклу форму кошика, віднесено лінії X 0013 В, X 1803 В, X 1809 В. Лінія X 1807 В мала сильно опуклу форму кошику, а лінія X 1818 В за формою кошику з боку сім'янок була деформована.

Оцінено лінії за морфологічними ознаками листків, а саме кольором, формою та розташуванням жилок листка, які є ознаками вирізняльності ліній та сприяє їх ідентифікації. Лінія X 1809 В мала рослини з листками темно-зеленого забарвлення. За пухирчастістю листків досліджувані лінії майже не відрізнялись, маючи слабкий рівень ознаки або її відсутність.

Виділено лінію X 1809 В з сильно увігнутою формою листа у поперечному розрізі, що є важливою ознакою для селекції толерантних до загущення гібридів соняшнику. Лінія X 1807 В мала загострену форму верхівки листа, інші лінії мали форму верхівки листа від вузькотрикутної до широкотрикутної.

При еректоїдному типі прикріплення листків рослини мають менший кут від стебла ніж звичайний, що забезпечує краще їх освітлення в посіві. В селекційній роботі лінії з еректоїдним типом прикріплення листків використовують для створення гібридів, пристосованих для вирощування в загущених посівах. Виділено лінії X 1803 В, X 06134 В, X 1809 В з вищою висотою верхівки листа відносно місця прикріплення листової пластини (еректоїдний тип прикріплення листків).

Оцінено морфологічні ознаки язичкових і трубчастих квіток у ліній соняшнику. Всі досліджувані лінії мали оранжево-жовті язичкові квітки за кольором, нещільні та широко-яйцевидні за формою. Трубчасті квітки мали наявне продукування пилку та забарвлення жовтого кольору. Відзначено лінії X 1803 В та X 1818 В із зовнішніми листками-обгортками за формою чітко округлі. Лінії X 0013 В, X 1807 В, X 1809 В, ЛГВ, X 2301 В

position in the studied lines, lines 'Kh 1803 V', 'Kh 1807 V' and 'Kh 1818 V' had heads turned downwards and strongly curved stems; line 'Kh 1809 V' had heads turned downwards and slightly curved stems; and lines 'Kh 0013 V' and 'LHV' had heads and stems half-turned downwards.

At the same time, dome-shaped and flipped over heads are an undesirable feature for lines in the Forest-Steppe of Ukraine, as they accumulate excessive moisture in rainy weather during the ripening period, which promotes spread of gray and white rots on heads. Lines 'Kh 0013 V', 'Kh 1803 V' and 'Kh 1809 V' had slightly convex heads. Line 'Kh 1807 V' had pronouncedly dome-shaped heads and line 'Kh 1818 V' had heads deformed on the achene side.

The lines were evaluated for morphological traits of their leaves, viz. color, shape and location of the leaf veins, which are distinctness traits helping to identify lines. Line 'Kh 1809 V' had dark-green leaves. The studied lines had almost identically little knobbed leaves: this trait was weakly expressed or absent at all.

Line 'Kh 1809 V' was distinguished because of strongly concave leaves in cross section, which is an important trait for the breeding of thickening-tolerant sunflower hybrids. Line 'Kh 1807 V' had leaves with pointed tips; in the other lines, leaf tip shapes were from narrowly triangular to broadly triangular.

With the erectoid attachment of leaves, plants have a smaller angle from the stem than usual, providing better illumination of them in the crop. In breeding, lines with the erectoid attachment of leaves are used to create hybrids adapted for growing in thickened crops. Lines 'Kh 1803 V', 'Kh 06134 V' and 'Kh 1809 V' were distinguished due to a higher position of leaf tips relative to the location of leaf plate attachment (erectoid attachment of leaves).

Morphological traits of ray and disk flowers were evaluated in the sunflower lines. All studied lines had orange-yellow broadly ovoid ray flowers, loose arranged. Disk flowers were yellow and visibly produced pollen. Lines 'Kh 1803 V' and 'Kh 1818 V' with clearly rounded outer involucre bracts were singled out. Lines 'Kh 0013 V', 'Kh 1807 V', 'Kh 1809 V', and 'LHV', 'Kh 2301 V' had elongated outer involucre bracts, and line 'Kh 1807 V'

мали видовжені зовнішні листки обгортки, а лінія X 1807 В з довгою верхівкою та світло-зеленим кольором зовнішніх листків обгортки.

За розміром сім'янки представлені лінії були дрібні (ЛГВ, X 1803 В) та середні (X 1807 В, X 1809 В, X 1818 В, X 0013 В). Сім'янки лінії X 1809 В мали видовжену форму. Лінії з видовженою формою, на відміну від округлих форм, мають перевагу за кількістю насінин в кошику, забезпечуючи більшу продуктивність рослини. За основним кольором сім'янок всі представлені лінії мали чорне забарвлення. Лінії X 2301 В, X 1803 В, X 1807 В та X 1818 В мали сім'янку чорного кольору з слабо вираженими сірими смугами по краях та між краями. X 1809 В, X 0013 В, ЛГВ мала сім'янки чорного кольору без смужок.

Таким чином, визначено відмінність нових ліній-відновників фертильності соняшнику за морфологічними ознаками рослини, стебла, листка і кошика, що дає можливість їх ідентифікації при використанні в селекційних програмах.

За результатами експертної оцінки в Національному центрі генетичних ресурсів рослин України ліній соняшнику X 1803 В, X 1807 В, X 1809 В, X 1818 В підтверджено високі показники цінних господарських ознак та стійкість до біотичних чинників у ліній в порівнянні зі тестерами. Лінії X 1807 В (UE0101437), X 1818 В, (UE0101435), X 1803 В (UE0101438), X 1809 В (UE0101436) включено до Банку ресурсів рослин України (довідка НЦГРРУ № 387 від 15.11.2023 р.) вони зареєстровані як джерела, що поєднують ознаки продуктивності та якості з стійкістю до несправжньої борошнистої роси.

Висновки.

Визначено ознаки відмінності нових ліній-відновників фертильності соняшнику за морфологічними ознаками рослини, стебла, листка і кошика та їх різноманіття за ознаками продуктивності та вмісту олії в насінні.

За рівнем продуктивності виділено ранньостиглі лінії-відновники фертильності: однокошикові лінії X 0013 В і X 1807 В (40,98 і 42,32 г відповідно) і багатокошикову лінію X 1809 В (25,04 г). За вмістом олії в насінні виділено лінію ЛГВ і значенням ознаки 53,91 %. За масою 1000 насінин найвище значення мала лінія X 0013 В – 75,8 г, яка може представляти інтерес для селекції на крупноплідність.

Виділено цінні лінії-відновники фертильності соняшнику X 1807 В і X 1818 В з

had light-green outer involucre bracts with elongated tips.

As to achene size, the lines under investigation had small ('LHV', 'Kh 1803 V') or medium ('Kh 1807 V', 'Kh 1809 V', 'Kh 1818 V', 'Kh 0013 V') achenes. In line 'Kh 1809 V', achenes were elongated. Lines with elongated achenes, unlike those with rounded ones, have more seeds per head, ensuring better plant performance. As to achene color, all presented lines had black achenes. Lines 'Kh 2301 V', 'Kh 1803 V', 'Kh 1807 V', and 'Kh 1818 V' had black achenes with weakly pronounced gray stripes along and between the edges. Lines 'Kh 1809 V', 'Kh 0013 V' and 'LHV' had black achenes without stripes.

Thus, the distinctness of the new sunflower lines- fertility restorers was determined by morphological traits of the plant, stem, leaf, and head, enabling identification of the lines when used in breeding programs.

According to the results of expert evaluation by the National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine, sunflower lines 'Kh 1803 V', 'Kh 1807 V', 'Kh 1809 V', and 'Kh 1818 V' were confirmed as having high values of valuable economic traits and resistance to biotic factors compared to the testers. Lines 'Kh 1807 V' (UE0101437), 'Kh 1818 V', (UE0101435), 'Kh 1803 V' (UE0101438), and 'Kh 1809 V' (UE0101436) have been added to the Bank of Plant Genetic Resources of Ukraine (NCPGRU certificate No. 387 dated 11/15/2023); they are registered as sources that combine performance and quality traits with resistance to downy mildew.

Conclusions.

The distinctness traits, i.e. morphological traits of the plant, stem, leaf and, and head were investigated in the new sunflower lines - fertility restorers; their diversity in terms of performance characteristics and seed oil content was evaluated.

By performance, the following early-ripening lines - fertility restorers were distinguished: mono-headed lines 'Kh 0013 V' and 'Kh 1807 V' (40.98 and 42.32 g, respectively) and multi-headed line 'Kh 1809 V' (25.04 g). As to seed oil content, line 'LHV' was distinguished (53.91%). Line 'Kh 0013 V' had the greatest thousand seed weight of 75.8 g; hence, it may be of interest for breeding for large fruits.

тривалістю вегетаційного періоду 90 і 96 діб та періодом цвітіння 19 і 15 діб відповідно, що поєднують високий рівень продуктивності (42,32 і 25,99 г відповідно) зі стійкістю до збудника несправжньої борошнистої роси.

Виділено ранньостиглі лінії X 1803 В і X 1809 В, що належать до гіллястих форм, з тривалістю періоду «сходи-цвітіння» 54 та 56 діб відповідно, вони мали продуктивність рослини на рівні ліній-тестерів (19,39 та 25,04 г відповідно), а за вмістом олії в насінні вірогідно їх перевищили (49,22 та 49,16% відповідно).

За результатами експертизи в Національному Центрі генетичних ресурсів рослин України лінії-відновники фертильності соняшнику: X 1807 В, X 1818 В (однокошикові) та X 1803 В, X 1809 В (багатокошикові) перевищили лінію-тестер X 720 В за продуктивністю та іншими селекційними ознаками. Лінії включено до Банку генетичних ресурсів рослин України.

The valuable sunflower lines - fertility restorers, 'Kh 1807 V' and 'Kh 1818 V' with vegetation periods of 90 and 96 days and anthesis periods of 19 and 15 days, respectively, were selected; they combined high performance (42.32 and 25.99 g, respectively) with resistance to the pathogen of downy mildew.

Early-ripening lines 'Kh 1803 V' and 'Kh 1809 V', which are branched forms, with the "emergence-anthesis" periods of 54 and 56 days, respectively, were identified; they yielded as much as the tester lines (19.39 and 25.04 g, respectively) were significantly superior to the latter in terms of seed oil content (49.22 and 49.16%, respectively).

According to the results of the examination by the National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine, sunflower lines - fertility restorers 'Kh 1807 V', 'Kh 1818 V' (mono-headed), 'Kh 1803 V', and 'Kh 1809 V' (multi-headed) were superior to the tester line ('Kh 720 V') in terms of performance and other breeding traits. The lines have been added to the Bank of Plant Genetic Resources of Ukraine.

References

1. Vear F. Changes in sunflower breeding over the last fifty years. OCL – Oilseeds and fats, Crops and Lipids. 2016. Vol. 23, No 2. D202. <https://doi.org/10.1051/ocl/2016006>
2. Kyrychenko V.V., Kobzyeva L.N., Kolomatska V.P., Makliak K.M., Leonova N.M., Ohurtsov Yy.Ye., Buriak Yu.I., Riabchun V.K., Domaratskyi Ye.O., Dobrovolskyi A.V., Kozlova O.P., Syvenko O.A., Syvenko V.I., Andriienko V.V., Minets T.V., Klymenko I.I., Klymenko I.V., Kuzmyshyna N.V., Sadovoi O.O. Lebedenko Ye.O., Suchkova V.M. Methodological foundations of sunflower production process management. Kharkiv, 2022. 528 p. <https://yuriev.com.ua/assets/files/knigi/metodologichni-osnovi-2022.pdf> [in Ukrainian]
3. Zhybak M.M., Khrystenko G.M. Grain market in Ukraine: price situation and development problems in war conditions. Ahrosvit. 2024. No 6. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2024.6.23> [in Ukrainian]
4. Haddan A.Z., Ghaffari M., Hervan, E.M., Alizadeh B. Impact of parent inbred lines on heterosis expression for agronomic characteristics in sunflower. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding. 2020. Vol. 56(3). P.123-132. <https://doi.org/10.17221/100/2019-CJGPB>
5. Kirichenko V.V., Sivenko V.I., Maklyak Ye.N. et al. Results of theoretical studies and their application in sunflower breeding. Visnyk Ukrainskoho Tovarystva Henetykiv i Selektsoneriv. 2014. Vol. 12. No 1. P. 113 –121. [in Russian]
6. Kyrychenko V.V., Syvenko V.I., Syvenko O.A. et al. Catalog of sunflower lines - pollen fertility restorers. Kharkiv, 2015. 36 p. [in Ukrainian]
7. Seiler G.J., Qi L.L.; Marek L.F. Utilization of Sunflower Crop Wild Relatives for Cultivated Sunflower Improvement. Crop Science. 2017. Vol. 57. P. 1083-1101. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.10.0856>
8. Hilli H.J., Immadi S. Principle Component Analysis and Diversity Studies in Sunflower Lines (*Helianthus annuus*). Indian Journal of Agricultural Research. 2025. Vol. 59(4). P. 560-565. <https://doi.org/10.18805/IJARE.A-5996>
9. Vedmedieva K.V., Nosal O.O. Evaluation of large-fruited sunflower lines for quantitative morphological traits. Naukovo-Tekhnichniy Biuleten Instytutu Oliynykh Kultur NAAN. 2020. No 29. P. 46-55. <https://doi.org/10.36710/ioc-2020-29-05> [in Ukrainian]
10. Filippi C.V., Merino G.A., Montecchia J.F. et al. Genetic diversity, population structure and linkage disequilibrium assessment among international sunflower breeding collections. Genes. 2020. Vol. 11, 283. <https://doi.org/10.3390/genes11030283>
11. Conțescu E.L., Anton F.G. Study of the genetic diversity of some wild sunflower species using ISSR markers. Romania Agricultural Reserch. 2023. No. 40. P. 31-37. <https://doi.org/10.59665/rar4004>

12. Ilchenko A.S., Varenik B.F., Karapira S.I. Breeding evaluation of new self-pollinated sunflower (*Helianthus annuus* L.) lines that are resistant to sulfonylurea herbicides and downy mildew [*Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et. de Toni]. Plant Varieties Studying and Protection. 2024. Vol. 20, No 1. P. 19-25. doi: 10.21498/2518-1017.20.1.2024.300134 [in Ukrainian]
13. Reddy Y.P.K., Reddy B.R.P., Shanthi P., Venkataramanamma K. Study on Genetic Diversity in 45 Elite Sunflower Inbred Lines (*Helianthus annuus* L.). Journal of Scientific Research and Reports. 2024. Vol. 30. P. 551–559. <https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i92382>
14. Medvedeva N., Borisenko O. Morphological markers in the selection of sunflower lines. International Congress of Geneticists and Breeders from the Republic of Moldova, Republica Moldova, 2021, Ediția 11, P. 101. <https://doi.org/10.53040/cga11.2021.079>
15. Makhova T.V., Vedmediev S.R., Poliakov O.I. Creation of databases of phenotypic traits and selection of special-purpose sunflower lines. Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn Instytutu Oliinykh Kultur NAAN. 2023. No 35. P. 51-62. <https://doi.org/10.36710/IOC-2023-35-05> [in Ukrainian]
16. Vedmedieva K.V., Makhova T.V. Influence of genes for marker morphological traits of sunflower lines on economic qualities of hybrids. Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn Instytutu Oliinykh Kultur NAAN. 2019. No 27. P. 27-34. <https://doi.org/10.36710/ioc-2019-27-03> [in Ukrainian]
17. Litun P.P., Proskurnin N.V., Goptsiy T.I. Methods of field breeding experiments. Kharkiv, 1996. 271 p. [in Russian]
18. Methodology of state trials of agricultural crop varieties. Issue 1. General part. Kyiv, 2000. 100 p. [in Ukrainian]
19. Optimization of oilseed raw material production in Ukraine by 2025 (methodological guidelines). 4th supplemented edition/Edited by V.V. Kyrychenko. Instytut Roslynnystva im. V.Ya. Yurieva NAAN. Instytut Oliinykh Kultur NAAN. Seleksiino-Henetychnyi Instytut-NTsNS, 2020. 108 p. [in Ukrainian]
20. Kyrychenko V.V., Petrenkova V.P., Kryvosheieva O.V. et al. Identification of morphological traits of sunflower (*Helianthus* L.). Kharkiv: Instytut Roslynnystva im. V.Ya. Yurieva UAAN. 2007. P. 22 – 25. [in Ukrainian]
21. Methods of expert examination of oilseed varieties for distinctness, uniformity and stability. Kyiv: Ministerstvo Ahrarnoi Polityky ta Prodovolstva Ukrainy, Ukrainyskyi Instytut Ekspertyzy Sortiv Roslyn. 2023. P. 123-143. https://sops.gov.ua/uploads/page/Meth_DUS/2023/Method_oil_2023.pdf [in Ukrainian]
22. Methodology of the state scientific and technical examination of plant varieties. Methods for determining the quality indicators of plant production / Ed. By Tkachyk S. O. Vinnytsia, 2015. 160 p. [in Ukrainian]
23. Borovska I.Yu., Petrenkova V.P., Markova T.Yu., Cherniaieva I.M. Methodological guidelines for recording the number of pests and the prevalence of diseases in sunflower fields. Kharkiv: Instytut Roslynnystva im. V.Ya. Yurieva NAAN. 2013. 68 p. [in Ukrainian]
24. Ghaffari M., Toorchi M., Valizadeh M. Morpho-physiological screening of sunflower inbred lines under drought stress condition. Turkish Journal of Field Crops. 2012. Vol. 17(2). P. 185-190. <https://tarlabitkileridernegi.org/menuscript/index.php/tjfc/article/view/405/387>
25. Balalić I., Crnobarac J., Jocić S., Miklic V., Radic V., Dusanic N. Variability of head diameter in sunflower hybrids depending on planting date. Genetika. 2016. Vol. 48, No 3. P. 983-990. <https://doi.org/10.2298/GENSR1603983B>
26. Krstić M., Mladenov V., Čuk N., Ovuka J., Gvozdenac S., Krstić J., Miklič V. Agro-morphological traits of inbred sunflower lines and their genetic assessment. Contemporary Agriculture. 2022. Vol. 71(1-2). P. 87-95. <https://doi.org/10.2478/contagri-2022-0013>
27. Umarani E., Saritha A., Ramanjaneyulu A. Estimation of genetic parameters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) germplasm lines for yield and its contributing traits. International Journal of Environment and Climate Change. 2022. Vol. 12. P. 936-942. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2022/v12i121533>
28. Nosal O.O., Vedmedieva K.V., Makliak K.M., Leonova N.M. Economic evaluation of large-fruited sunflower hybrids. Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn Instytutu Oliinykh Kultur NAAN. 2018. No 25. P. 83-95. https://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2018/25/Nosal_25.pdf [in Ukrainian]

Надійшла до редакції 19.05.2025 р.
Received 19.05.2025