

**ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ЛІНІЙ СОНЯШНИКУ ЗА ХОЛОДОСТІЙКІСТЮ**

Коломацька В.П., Сивенко В.І., Кириченко В.В., Леонова Н.М., Андрієнко В.В.,  
Кучеренко Є.Ю.

Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН, Україна

За результатами лабораторної оцінки методом холодного пророщування проведено диференціацію ліній соняшнику за стійкістю до дії низьких температур на початкових етапах розвитку. Серед ліній-закріплювачів стерильності (стерильних аналогів) та відновників фертильності виділено п'ять ліній з високим рівнем холодостійкості, які визначено як джерела цієї ознаки. Визначено рівень та мінливість селекційних ознак ліній соняшнику, наведено характеристику ліній-джерел холодостійкості за цінними господарськими, морфологічними ознаками та стійкістю до збудника несправжньої борошнистої роси.

*Ключові слова:* соняшник, лінії, адаптивність, холодостійкість, метод холодного пророщування.

**Вступ.** Проблема підвищення адаптивності соняшнику, основним критерієм якої є реалізація потенціалу врожайності в мінливих умовах середовища, останніми роками набуває особливої уваги в зв'язку з проявом тенденцій зміни клімату [1, 2]. За оцінками учених, рівень пристосування сільського господарства до умов, викликаних очікуваними змінами клімату, визначатиме урожайність польових культур. Одним із ефективних шляхів підвищення і стабілізації врожайності соняшнику є впровадження у виробництво адаптованих до умов вирощування гібридів [2]. Створення генотипів, здатних до реалізації потенціалу урожайності при дії стресових біо- та абіотичних факторів середовища є головною задачею селекціонерів.

**Аналіз літературних джерел, постановка проблеми.** Агрокліматичні умови лісостепової та степової зон України в цілому відповідають біологічним потребам соняшнику та забезпечують можливість реалізації потенціалу урожайності культури [3, 2]. Разом з цим, за оцінками впливу змін клімату за сценарієм *A1B* («помірним») в цих зонах прогнозується зміщення строків сівби соняшнику раніше базових та скорочення усього вегетаційного періоду, що створює відповідні вимоги до рівня адаптивності гібридів [1].

Одним із можливих шляхів адаптації соняшнику до негативних наслідків змін клімату є впровадження скоростиглих, стійких до дії низьких температур гібридів, що дозволить їх вирощування при ранніх строках сівби, а також його поширення в більш північні регіони [3, 4]. Це дозволить рослинам використовувати зимові запаси вологи в ґрунті, а більш ранній розвиток вегетативної маси дозволить сформувати агроценоз, що запобігає випаровуванню вологи під дією сонячних променів [5, 6]. Також можливо зменшення шансів на вплив несприятливих погодних умов шляхом уникнення їх негативної дії на рослини соняшнику за рахунок зміщення проходження визначальних фенологічних фаз з найбільш вірогідних для зони проблемних періодів [5, 7].

В Лівобережному Лісостепу України останніми роками відмічається збільшення частоти дії стресових абіотичних факторів на рослини соняшнику впродовж періоду проростання та початкового росту, який припадає на останню декаду квітня-першу декаду травня. Особливості температурного режиму в цей період, зокрема й стресові коливання добових температур [1, 2, 7], зумовлюють потребу у створенні вихідного матеріалу з підвищеним рівнем стійкості до дії низьких температур для селекції на холодостійкість. Проведена ди-

ференціація генотипів соняшнику підтверджує наявність цінного вихідного матеріалу та доцільність селекції на холодостійкість [8, 9].

Вирощування гібридів стійких до дії низьких температур, дає можливість забезпечити інтенсивний початковий ріст рослин, в тому числі при ранніх строках сівби, уникнення дії жари та посухи впродовж періоду цвітіння за рахунок зміщення строків його проходження та здатність більш повно реалізувати генетичний потенціал продуктивності [6, 7].

Разом з цим, реалізація потенційної урожайності гібридів напряму залежить від стійкості до збудників основних хвороб. Селекційна робота на стійкість до біотичних факторів середовища та створення гібридів з комплексною стійкістю забезпечує генетичний захист урожаю [3, 4, 10]. Однією із найшкідливіших хвороб соняшнику, яка поширена в усіх зонах вирощування культури, є несправжня борошниста роса, збудником якої є гриб *Plasmopara helianthi* Novot. Розвиток хвороби посилюється за прохолодної дощової погоди після сівби. Через високий рівень шкодочинності хвороби, стійкість селекційного матеріалу соняшнику до її збудника є обов'язковою умовою забезпечення адаптивності ліній і гібридів на початкових етапах розвитку [10].

Для оцінки холодостійкості зразків польових культур широко використовується метод холодного пророщування насіння, який вважається зручним, низькозатратним і достатньо надійним [11]. Використання цього методу дозволило виділити цінний вихідний матеріал кукурудзи, сої, проса і соняшнику для селекції на холодостійкість [10, 12-14].

За літературними даними, методика визначення рівня холодостійкості має особливості щодо температурного режиму, терміну пророщування насіння, його обробки, тощо [11]. Так, в дослідженні холодостійкості зразків соняшнику (популяції F<sub>2</sub>) насіння пророщували в чашках Петрі із додаванням до дистильованої води ністатину і превікуру при температурі 5±1°C впродовж 7 діб [9].

Відомо, що завдяки ефекту гетерозису гібриди мають більш високі адаптивні властивості, зокрема стійкість до дії низьких температур, порівняно з лінійним матеріалом. У селекційних дослідженнях важливим етапом є добір ліній з високою комбінаційною здатністю та донорськими властивостями за напрямом селекції, який базуються на вивченні ліній і гібридів, створених за їх участю. Тому, для визначення холодостійкості ліній і гібридів необхідним є використання методики, що дозволить проводити оцінку зразків різних за генетичною основою. Експериментально підтверджено, що найбільш чітку диференціацію ліній і гібридів за показником стійкості ліній до низьких позитивних температур на початкових етапах розвитку можна отримати при температурі пророщування 5 °C при дотримуванні терміну пророщування 10 діб, що дає можливість більш чіткого визначення пророслого насіння [15].

**Мета роботи** – диференціація ліній соняшнику за холодостійкістю та господарсько-цінними ознаками для селекції гібридів з підвищеним рівнем адаптивності до стресових факторів середовища на початкових етапах розвитку.

**Матеріал і методи.** У 2016–2020 рр. проведено дослідження, спрямовані на виділення селекційного матеріалу, стійкого до дії низьких температур на початкових етапах розвитку, з високим рівнем цінних господарських ознак та стійкістю до біотичних чинників.

Матеріалом для досліджень були лінії з робочої колекції лабораторії селекції та генетики соняшнику (закріплювачі стерильності та відновники фертильності).

Дослідження проведено в польових та лабораторних умовах. Польові дослідження проводили на полях наукової сівозміни Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН (сел. Елітне, Харківська область, Харківський район). Планування і проведення польових дослідів виконано згідно загальноприйнятих методик [16, 17] з урахуванням зональних особливостей вирощування соняшнику [3].

Погодні умови в роки проведення польових досліджень мали певні особливості. В 2018 році в цілому за вегетаційний період соняшнику склались посушливі умови. Кількість опадів за квітень – серпень була на 160,1 мм, або на 61 % менше від багаторічної норми. Відмічено перевищення середньодобової температури за цей період на 2,7 °C до середньо-багаторічної.

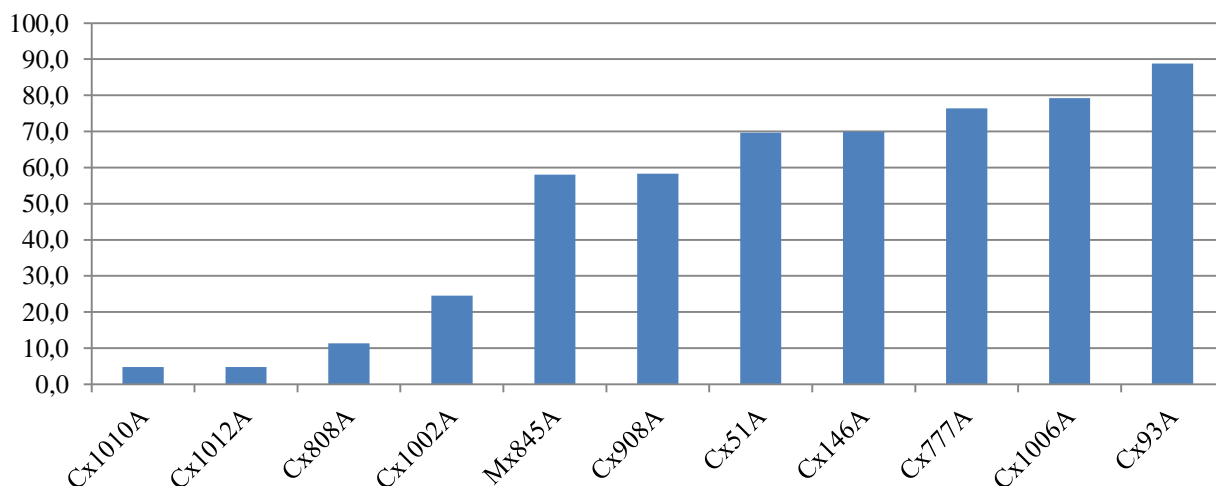
Погодні умови вегетаційного періоду соняшнику 2019 року відрізнялись жаркими і посушливими періодами. Середньодобова температура впродовж всього вегетаційного періоду соняшнику перевищувала норму на 1,5–4,6 °С, за винятком липня, коли вона була на рівні середньої багаторічної. Нестачу вологи спостерігали в червні-вересні, при цьому значний її дефіцит відмічено в червні та серпні (71 та 76 % відповідно).

В цілому погодні умови впродовж вегетаційного періоду 2020 року наближались до середньобагаторічних показників. Так, кількість опадів була на 26,6 мм, або на 10 % більше норми, а середньодобова температура повітря була наближена до норми – 17,7 °С, при середньобагаторічній нормі 17,6 °С. Нерівномірний розподіл опадів упродовж вегетаційного періоду соняшнику, а також порівняно низькі температури навесні були особливостями цього року.

Лабораторну оцінку селекційного матеріалу за стійкістю до низьких температур проведено на основі методу холодного пророщування насіння соняшнику [11], з урахуванням особливостей температурного режиму (5 °С) та тривалості пророщування насіння ліній і гібридів соняшнику в холодотермостаті (10 діб). Холодостійкість визначено за схожістю насіння ліній соняшнику при 5°С відносно контролю (25 °С) [15].

Стійкість селекційного матеріалу до збудника несправжньої борошнистої роси оцінено в лабораторних умовах згідно методики [18]. Впродовж вегетації проведено фенологічні спостереження і вимірювання рослин ліній соняшнику за такими ознаками: тривалість фенологічних фаз, висота рослин, діаметр кошика [19]. У лабораторних умовах визначено масу 1000 насінин і вміст олії в насінні. Аналіз вмісту олії в насінні проведено методом ядерно-магнітного резонансу [20]. Для аналізу результатів досліджень використано методи статистичної обробки даних на основі програмних засобів Excel [21].

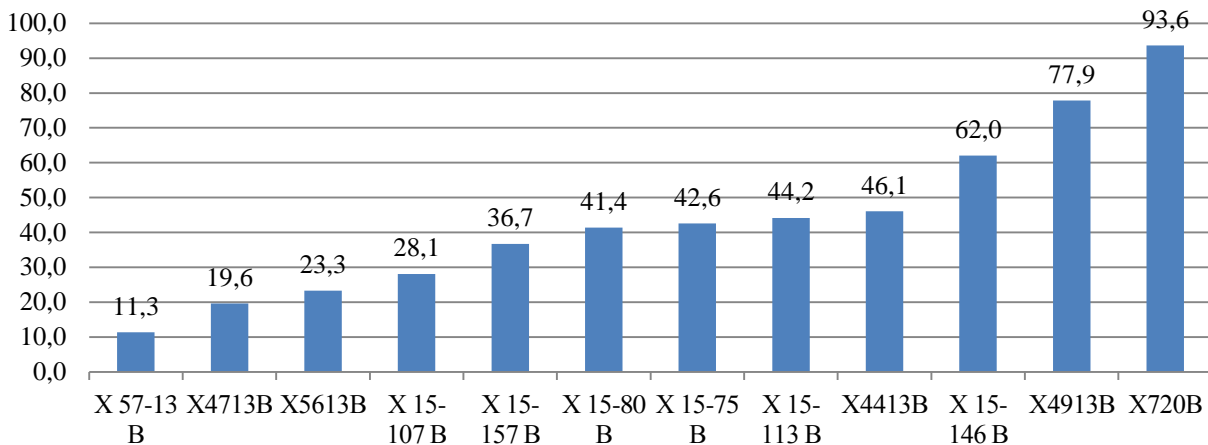
**Обговорення результатів.** За результатами лабораторної оцінки холодостійкості соняшнику (насіння урожаїв 2016–2018 рр.) встановлено, що рівень стійкості до низьких температур у ліній-закріплювачів стерильності (стерильних аналогів) знаходився в межах 4,7 до 88,8 % (рис.1). Високу холодостійкість ліній відмічено у лінії Сх 93 А (88,8 %), а також у ліній Сх 1006 А (79,3 %), Сх 777 А (76,4 %). Стійкість від 50 до 70 % відмічено у трьох ліній: Сх 146 А, Сх 51 А, Сх 908 А.



**Рис. 1.** Схожість насіння стерильних аналогів ліній-закріплювачів соняшнику при 5 °С відносно контролю (середнє, урожай 2016-2018 рр.), %

Дослідження холодостійкості ліній-відновників фертильності соняшнику дозволили виявити варіювання ознаки в межах 11,3–93,6 % (рис. 2). Високий рівень стійкості до низьких температур відмічено у ліній Х 720 В (93,6 %) та Х 4913 В (77,9 %) Рівень холодостійкості вищий за 50 % мала лінія Х 15-146 В (62,0 %).

Таким чином, за результатами лабораторного методу холодного пророщування насіння врожайів 2016–2018 рр. проведено диференціацію ліній соняшнику за стійкістю до дії низьких температур на початкових етапах розвитку.



**Рис. 2.** Схожість насіння ліній-відновників фертильності соняшнику при 5 °С відносно контролю (середнє, урожай 2016-2018 рр.), %.

Серед ліній-закріплювачів стерильності (стерильних аналогів) та відновників фертильності виділено п'ять ліній з високим рівнем холодостійкості: Сх 93 А (88,8 %), Сх1006 А (79,3 %), Сх 777 А (76,4 %), Х 720 В (93,6 %), Х 4913 В (77,9 %), які заплановано до залучення в схеми схрещувань як джерела холодостійкості.

Отримані результати лабораторної оцінки показали коливання рівня холодостійкості ліній соняшнику за роками, в різному ступені та напрямі. При цьому, не відмічено прямого взаємозв'язку зі схожістю насіння при оптимальній температурі 25 °С.

За результатами вивчення ліній соняшнику в польових умовах встановлено, що в середньому в 2019 році значення урожайності і висоти рослин було нижче порівняно з 2018 роком (1,86 і 1,40 т/га; 125,8 і 118,7 см), скоротилась також тривалість періоду від сходів до цвітіння (61,0 і 58,8 діб) (табл. 1). Це пояснюється більш жорсткими несприятливими умовами вегетаційного періоду соняшнику 2019 року, які характеризувались жаркими посушливими періодами, що відобразилось на формуванні господарських ознак лінійного матеріалу.

Таблиця 1

**Характеристика ліній-закріплювачів стерильності соняшнику (стерильні аналоги) за цінними господарськими та морфологічними ознаками, 2018-2020 рр.**

Лінія	Тривалість періоду сходів-цвітіння, діб			Урожайність, т/га			Висота рослини, см			Маса 1000 сім'янок, г			Вміст олії, %		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Сх 908А	56	52	-	1,01	0,26	-	84,0	54,0	-	47,5	54,8	-	51,11	48,14	-
Сх 51А	53	54	-	1,60	1,34	-	129,0	126,0	-	51,0	60,0	-	51,88	48,01	-
Сх 146А	58	54	57	2,07	1,57	1,14	122,0	133,0	144,0	48,0	46,0	44,0	47,85	49,78	46,95
Сх1006А	55	58	58	1,51	1,59	1,25	130,0	121,0	136,0	51,5	46,5	39,5	51,04	49,06	48,79
Сх1002А	59	66	61	1,96	1,41	2,06	161,0	147,0	167,0	53,0	55,3	38,1	47,18	47,46	45,15
Сх1010А	63	61	-	1,94	0,75	-	104,0	106,0	-	57,5	57,5	-	49,40	47,98	-
Сх 808 А	63	61	65	2,24	2,05	2,12	161,0	134,0	151,0	73,5	43,5	44,6	50,69	48,25	52,02
Сх 93 А	64	58	63	2,16	1,82	2,01	152,0	157,0	188,0	50,0	57,0	63,2	49,67	49,87	47,48
Сх1012А	66	59	-	1,51	1,26	-	106,0	98,0	-	53,8	58,0	-	49,11	52,01	-
Мх 845А	65	-	-	2,18	-	-	108,0	-	-	60,5	58,5	-	50,50	-	-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Сх 777 А	69	65	66	2,31	1,90	1,17	127,0	111,0	149,0	52,5	52,3	41,6	46,08	45,74	45,65	
Середнє	61,0	58,8	61,7	1,86	1,40	1,78	125,8	118,7	155,8	54,4	53,6	45,2	49,50	48,61	47,71	
НІР <sub>0,05</sub>	2,9	3,1	3,2	0,70	0,63	0,61	5,69	8,98	7,80	1,69	2,93	3,68	2,15	2,58	2,77	

У середньому в 2020 році значення врожайності було на рівні 2018 року (1,78 і 1,86 т/га;), висота рослин була вища порівняно з 2018 та 2019 роками (155,8 і 125,8 та 118,7 см), тривалість періоду від сходів до цвітіння знаходилася на рівні 2019 року (61,7 і 60,0 діб) та перевищила 2018 рік (58,8 діб). За погодних умов 2020 року, які наближались до середньо-багаторічних показників, отримано урожай соняшнику середнього рівня.

Лінії-закріплювачі стерильності, які є джерелами холодостійкості Сх 1006 А, Сх 93 А і Сх 777 А, знаходяться на рівні або значно різняться за тривалістю періоду від сходів до цвітіння за роками: 2020, 2019 та 2018 (58-58-55, 63-58-64 і 66-65-69 діб відповідно). В умовах 2019 року лінією Сх 1006 А сформовано урожайність 1,25 т/га, що менше порівняно з минулими роками (1,59 т/га, 1,51 т/га). Урожайність середньоранніх ліній Сх 93 А і Сх 777 А складала 2,01 і 1,17 т/га, що менше, ніж у 2018 році (2,16; 2,31 т/га, відповідно). За вмістом олії в період вивчення (2018-2020 рр.) високе значення відмічено у ліній Сх 1006 А (51,04 %), Сх 1012 А (52,01 %) та Сх 808 А (52,02 %). Лінії Сх 93 А і Сх 777 А мали більш низькі значення вмісту олії в насінні (49,87 і 46,08 % відповідно).

Лінії-відновники фертильності аналогічно з лініями закріплювачами стерильності характеризувались схожою тенденцією до мінливості ознак за роками (табл. 2). Тривалість періоду від сходів до цвітіння у середньому за вивченими лініями коливалась від 57,7 діб (2019 р.) до 59,5 діб (2018 р.). Маса 1000 сім'янок ліній-відновників фертильності в 2020 році – від 20,3 г до 49,2 г, висота рослини від 109 до 160 см.

Таблиця 2

**Характеристика ліній-відновників фертильності соняшнику за цінними господарськими та морфологічними ознаками, 2018-2020 рр.**

Лінія	Тривалість періоду сходів-цвітіння, діб			Урожайність, т/га			Висота рослини, см			Маса 1000 сім'янок, г			Вміст олії, %		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
X 720 В*	56	51	55	1,02	0,41	1,06	88,6	97,0	109,0	20,3	26,8	20,3	44,48	47,43	45,40
X 15107 В*	54	52	53	1,56	1,79	1,38	98,2	112,0	158,0	23,3	25,5	21,3	47,93	47,86	45,56
X 4913 В*	58	54	57	1,19	1,06	1,19	118,0	112,0	132,0	28,0	32,8	25,4	48,40	48,59	47,49
X 15113 В	58	54	59	0,89	0,82	0,79	88,0	107,0	121,0	25,2	28,5	26,5	51,68	49,78	48,41
X 4413 В*	59	53	59	1,30	1,70	1,24	129,0	109,0	149,0	20,3	26,0	23,0	48,37	46,58	44,16
X 15157 В	58	58	58	1,17	1,15	1,05	125,0	118,0	137,0	30,0	32,5	24,5	43,39	47,29	44,67
X 5713 В	61	61	-	1,03	1,07	-	133,	131,0	-	24,8	29,0	-	45,42	47,58	-
X 4713 В*	59	59	61	1,22	1,18	1,20	141,0	134,0	158,0	35,0	32,3	24,2	47,17	49,95	47,11
X 5613 В*	61	61	60	1,07	0,87	1,07	119,0	115,0	144,0	39,0	41,8	23,1	49,18	47,27	49,54
X 1580 В	62	58	62	1,26	1,19	1,15	121,0	120,0	160,0	23,8	22,0	22,0	51,64	48,33	49,41
X 1575 В	62	65	65	1,05	1,06	1,00	125,0	122,0	142,0	-	53,5	49,2	39,58	42,52	39,49
X15146 В*	66	66	-	1,18	1,07	-	121,0	126,0	-	24,0	28,8	-	51,58	48,58	-
Середнє	59,5	57,7	58,9	1,16	1,11	1,11	117,2	116,9	140,0	26,7	31,6	25,6	47,33	47,59	45,97
НІР <sub>0,05</sub>	2,7	3,4	2,9	0,25	0,28	0,26	6,8	8,7	7,1	2,8	4,9	4,1	2,34	2,47	2,88

Примітка: \* – гіллясті форми

Для ліній-відновників фертильності, які виконують функцію запилювача, важливою ознакою є тривалість цвітіння та кількість пилку. В цьому плані перевагу мають гіллясті лінії X 720 В, X 15107 В, X 4913 В, X 4713 В, X 5613 В, X15146 В.

Лінія X 720 В, яка визначена як джерело холодостійкості, є однією з найбільш ранньостиглих серед вивчених ліній. Негативною ознакою цієї лінії є високий рівень ураження збудником несправжньої борошнистою роси, який за лабораторною оцінкою 2018-2019

рр. складає 75 %. Всі інші лінії-відновники фертильності в досліді є стійкими до цього збудника (рівень ураження 0 %), що підтверджено даними лабораторної оцінки.

Лінія X 4913 В, що також є джерелом холодостійкості, має тривалість періоду від сходів до цвітіння 58 і 54 та 57 доби відповідно по роках вивчення, що дещо пізніше порівняно з лінією X 720 В. Урожайність цієї лінії склала 1,19–1,06–1,19 т/га за роками відповідно, а вміст олії в 2020 році – 47,49 %.

Таким чином, визначено рівень та мінливість селекційних ознак ліній соняшнику, наведено характеристику ліній-джерел холодостійкості за цінними господарськими, морфологічними ознаками та стійкістю до збудника несправжньої борошнистої роси.

**Висновки.** За результатами лабораторної оцінки методом холодного пророщування проведено диференціацію ліній соняшнику за стійкістю до дії низьких температур на початкових етапах розвитку. Серед ліній-закріплювачів стерильності (стерильних аналогів) та відновників фертильності виділено п'ять ліній з високим рівнем холодостійкості та стабільним її проявом: Сх 93 А (88,8 %), Сх 1006 А (79,3 %), Сх 777 А (76,4 %), X 720 В (93,6 %), X 4913 В (77,9 %), які визначено як джерела цієї ознаки. Визначено рівень та мінливість селекційних ознак ліній соняшнику, наведено характеристику ліній-джерел холодостійкості за цінними господарськими, морфологічними ознаками та стійкістю до збудника несправжньої борошнистої роси.

#### Список використаних джерел

1. Жигайло О.Л., Жигайло Т.С. Оцінка впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування соняшнику в Україні. Український гідрометеорологічний журнал. 2016. № 17. С. 86–92.
2. Каленська С.М., Риженко А.С. Оцінювання впливу погодних умов за вирощування гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) у північній частині Лівобережного Лісостепу України. Plant Varieties Studying and protection. 2020. Т. 16. № 2. С. 162–173. DOI: 10.21498/2518-1017.16.2.2020.209229.
3. Кириченко В.В. Селекція і семеноводство подсолнечника (*Helianthus annuus* L.). Харків, 2005. 387 с.
4. Škorić Dragan, Gerald J. Seiler, Zhao Liu et al. Sunflower genetics and breeding. International monography. Novi Sad: Serbian academy of Sciences and Arts. 2012. 519 p.
5. Škorić D. Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. Helia. 2009. Issue 32. No 50. P. 1–16. DOI: 10.2298/HEL0950001S.
6. Дьяков А.Б. Физиология подсолнечника. Краснодар: ВНИИМК, 2004. 76 с.
7. Кириченко В.В., Коломацька В.П. Перспективи гетерозисної селекції соняшнику, орієнтованої на екологічні умови Лісостепу України. Селекція і насінництво. 2006. Вип. 92. С. 20–31.
8. Hniličková H., Hejnák V., Němcová L. et al. The effect of freezing temperature on physiological traits in sunflower. Plant Soil Environment. 2017. № 63. P. 375–380. DOI: 10.17221/214/2017-PSE.
9. Тоцкий И.В., Лях В.А. Микрогаметофитный отбор как способ повышения холодостойчивости у подсолнечника. Збірник наукових праць СГІ-НЦНС. 2014. Вип. 23(63). С. 57–64.
10. Петренкова В.П., Кириченко В.В., Черняєва І.М. та ін. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: за ред. В.В. Кириченка, В.П. Петренкої. Харків: ІР ім. В. Я. Юр'єва, 2012. 320 с.
11. Оценка холодостойкости полевых культур. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство). Ленинград, 1988. С. 62–75.
12. Красновський С.А., Жемойда В.Л. Холодне пророщування (coldtest) як основний метод добору вихідного матеріалу при створенні холодостійких гібридів. Селекція і насінництво. 2011. Вип. 100. С. 115–119. DOI: 10.30835/2413-7510.2011.66535.

13. Кучеренко Є.Ю., Петренкова В.П. Холодостійкість сучасних сортів сої за проростання насіння в умовах низьких позитивних температур. Селекція і насінництво. 2017. Вип. 112. С. 76–82. DOI: 10.30835/2413-7510.2017.120423.
14. Горлачова О.В. Визначення холодостійкості зразків проса української селекції. Селекція і насінництво. 2019. Вип. 115. С. 33–40. DOI: 10.30835/2413-7510.2019.172659.
15. Коломацька В.П., Сивенко В.І., Леонова Н.М. та інші Оцінка холодостійкості селекційного матеріалу соняшнику. Новітні технології в рослинництві: традиції та сучасність: Збірник тез міжнародної наукової Інтернет-конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослиників: академіка АН УРСР Кучешова М.М., члена-кореспондента АН УРСР Страхова Т.Д., професора Кучумова П.В. (17–18 червня 2020 р.). Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Харків, 2020. С. 141–143.
16. Литун П.П., Проскурнин Н.В., Гопцій Т.И. Методика полевого селекционного опыта. ХСХИ им. В.В. Докучаева. Х., 1996. 271 с.
17. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур. Вип. 1. Загальна частина. Київ, 2000. 100 с.
18. Долгова Е.М., Аладьина З.К., Михайлова В.Н. Метод оценки подсолнечника к ложной мучнистой росе. Селекция и семеноводство. 1990. Вып. 62. С. 50–55.
19. Методика кваліфікаційної (технічної) експертизи сортів рослин з визначення показників придатності до поширення в Україні. Загальна частина. Видання третє, виправлене та доповнене. К., 2011. 103 с.
20. ДСТУ ISO 10565:2003 Семена масличних культур. Одновременное определение содержания масла и влаги. Спектрометрический метод импульсного ядерного магнитного резонанса (ISO 10565:1998, IDT).
21. Літун П.П., Кириченко В.В., Петренкова В.П., Коломацька В.П. Системний аналіз в селекції польових культур : навчальний посібник УААН. Харків: Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, 2009. 351 с.

### References

1. Zhyhaylo OL, Zhyhailo TS. Assessment of the impact of climate changes on the agro-climatic conditions of the sunflower cultivation in Ukraine. *Ukrainskyi Hidrometeorologichnyi Zhurnal*. 2016; 17: 86–92.
2. Kalenska SM, Ryzhenko AS. Assessment of the weather impact on the sunflower (*Heliantus annus* L.) hybrid cultivation in the Northern Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2020; 16(2): 162–173. DOI: 10.21498/2518-1017.16.2.2020.209229.
3. Kyrychenko VV. Sunflower (*Heliantus annus* L.) breeding and seed production. Kharkiv, 2005. 387 p.
4. Škorić D, Gerald J Seiler, Zhao Liu et al. Sunflower genetics and breeding. International monography. Novi Sad: Serbian academy of Sciences and Arts, 2012. 519 p.
5. Škorić D. Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. *Helia*; 2009: 32(50): 1–16. DOI: 10.2298/HEL0950001S.
6. Dyakov AB. Sunflower physiology. Krasnodar; VNIIMK: 2004. 76 p.
7. Kyrychenko VV, Kolomatska VP. Prospects for heterotic sunflower breeding oriented to the environmental conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Sel. Nasinn*. 2006; 92: 20–31.
8. Hniličková H, Hejnák V, Němcová L et al. The effect of freezing temperature on physiological traits in sunflower. *Plant Soil Environ*. 2017; 63: 375–380. DOI: 10.17221/214/2017-PSE.
9. Totskiy IV, Lyakh VA. Microgametophyte selection as a way to increase cold hardiness in sunflower. *Zbirnyk Naukovykh Prats SHI-NTsNS*. 2014; 23(63): 57–64.

10. Petrenkova VP, Kyrychenko VV, Cherniaieva IM et al. Basics of field crop breeding for resistance to harmful organisms. In: VV Kyrychenko, VP Petrenkova, eds. Kharkiv, PPI nd. a. VYa Yruiev, 2012. 320 p.
11. Assessment of cold tolerance in field crops. Diagnostics of plant resistance to stresses (methodological guide). Leningrad, 1988. P. 62–75.
12. Krasnovskiy SA, Zhemoida VL. Cold germination (cold test) as the main method of selecting initial material for cold-tolerant hybrids. Sel. Nasinn. 2011; 100: 115–119. DOI: 10.30835/2413-7510.2011.66535.
13. KucherenkoYeYu, Petrenkova VP. Cold tolerance of modern soybean varieties upon seed germination at low above-zero temperatures. Sel. Nasinn. 2017; 112: 76–82. DOI: 10.30835/2413-7510.2017.120423.
14. Horlachova OV. Determination of cold tolerance of millet accessions bred in Ukraine. Sel. Nasinn. 2019; 115: 33–40. DOI: 10.30835/2413-7510.2019.172659.
15. Kolomatska VP, Syvenko VI, Leonova HM. et al. Evaluation of cold tolerance of sunflower breeding material. Novel Technologies in Plant Production: Traditions and Modernity: abstract book of the International Scientific Internet Conference dedicated to the birth anniversaries of the outstanding scientists-plant growers: AS UkrSSR Academician Kuleshov MM, AS UkrSSR Corresponding Member Strakhov TD, Professor Kuchumov PV (June 17-18, 2020). Plant Production Institute named after VYa Yuriev NAAS. Kharkiv, 2020. P. 141–143.
16. Litun PP, Proskurnin NV, Hoptsi TI. Methods of field breeding experimentation. Kharkiv: KhASU nd.a. VV Dokuchaev, 1996. 271 p.
17. Methods of state variety trials of crops. Issue 1. The general part. Kyiv, 2000. 100 p.
18. Dolhova YeM, Aladina ZK, Mikhaylova VN. Method for evaluation of sunflower resistance to downy mildew. Selektiya i Semenovodstvo. 1990; 62: 50–55.
19. Methods of qualifying (technical) examination of plant varieties with determination of suitability indicators for dissemination in Ukraine. The general part. 3<sup>rd</sup> edition, revised and extended. Kyiv, 2011. 103 p.
20. State Standard of Ukraine ISO 10565:2003 Oilseeds. Simultaneous determination of oil and water contents. Spectrometric method of pulsed nuclear magnetic resonance (ISO 10565:1998, IDT).
21. Litun PP, Kyrychenko VV, Petrenkova VP, Kolomatska VP. Systemic analysis in field crop breeding. Kharkiv: UAAS, Plant Production Institute named after VYa Yuriev, 2009. 351 p.

## ***ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ЛИНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПО ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТИ***

Коломацкая В.П., Сивенко В.И., Кириченко В.В., Леонова Н.М., Андриенко В.В.,  
Кучеренко Е.Ю.  
Институт растениеводства имени В.Я. Юрьева НААН, Украина

**Цель.** Целью исследования была дифференциация линий подсолнечника по холодоустойчивости и ценным хозяйственным признакам для селекции гибридов с повышенным уровнем адаптивности к стрессовым факторам среды на начальных этапах развития.

**Материал и методы.** Материалом для исследований были линии из рабочей коллекции лаборатории селекции и генетики подсолнечника Института растениеводства имени В.Я. Юрьева НААН (закрепители стерильности и восстановители фертильности). Полевые опыты проводили на полях научного севооборота института (пос. Элитное, Харьковская область, Харьковский район). Планирование и проведение полевых опытов выполнено согласно общепринятым методикам с учетом зональных особенностей выращивания подсолнечника.



Лабораторная оценка селекционного материала по устойчивости к низким температурам проведена на основе метода холодного проращивания семян подсолнечника, с учетом особенностей температурного режима (5°C) и продолжительности проращивания семян линий и гибридов подсолнечника в хладотермостате (10 суток). Холодоустойчивость определена по всхожести семян линий подсолнечника при 5 °С относительно контроля (25 °С).

Устойчивость селекционного материала к возбудителю ложной мучнистой росы оценена в лабораторных условиях по методике Долговой Е.М. и др. Анализ содержания масла в семенах проведен методом ядерно-магнитного резонанса. Для анализа результатов исследований использованы методы статистической обработки данных на основе программных средств Excel.

**Обсуждение результатов.** По результатам лабораторной оценки линий методом холодного проращивания семян подсолнечника урожаев 2016–2018 гг. проведена дифференциация линий подсолнечника по устойчивости к действию низких температур на начальных этапах развития.

Установлено, что уровень устойчивости к низким температурам у линий-закрепителей стерильности (стерильных аналогов) находился в пределах от 4,7 до 88,8 %. Высокая холодостойкость отмечена у линии Сх 93 А (88,8 %), а также у линий Сх 1006 А (79,3 %), Сх 777 А (76,4 %). Исследование холодоустойчивости линий-восстановителей фертильности подсолнечника позволили выявить варьирование признака в пределах 11,3–93,6 %. Высокий уровень устойчивости к низким температурам отмечен у линии Х 720 В (93,6 %), а также у линий Х 4913 В (77,9 %) и Х 15146 В (62,0 %).

По результатам изучения линий подсолнечника в полевых условиях приведена характеристика линий-закрепителей стерильности (стерильных аналогов) и восстановителей фертильности по селекционным признакам и их изменчивости по годам. Показаны особенности линий-источников холодоустойчивости по ценным хозяйственным, морфологическим признакам и устойчивости к возбудителю ложной мучнистой росы.

**Выводы.** По результатам оценки лабораторным методом холодного проращивания дифференцированы линии подсолнечника по устойчивости к действию низких температур на начальных этапах развития. Среди линий-закрепителей стерильности (стерильных аналогов) и восстановителей фертильности выделены пять линий с высоким уровнем холодоустойчивости Сх 93 А (88,8 %), Сх 1006 А (79,3 %), Сх 777 А (76,4 %), Х 720 В (93,6 %), Х 4913 В (77,9 %), которые определены как источники этого признака. Установлено генотипическое разнообразие линий подсолнечника по селекционным признакам и их изменчивости по годам, приведена характеристика линий-источников холодоустойчивости по ценным хозяйственным, морфологическим признакам и устойчивостью к возбудителю ложной мучнистой росы.

*Ключевые слова:* подсолнечник, линия, адаптивность, холодоустойчивость, метод холодного проращивания.

## ***DIFFERENTIATION OF SUNFLOWER LINES BY COLD TOLERANCE***

Kolomatska V.P., Syvenko V.I., Kyrychenko V.V., Andrienko V.V., Leonova N.M., Kucherenko Ye.Yu.

Plant Production Institute Industry named after V.Ya. Yuriev of NAAS

**Purpose.** The study purpose was to differentiate sunflower lines by cold tolerance and economically valuable traits for breeding hybrids with an increased adaptability to environmental stressors at the initial ontogenetic stages.

**Material and methods.** Lines from a working collection of the Laboratory of Sunflower Breeding and Genetics of Plant Production Institute Industry named after V.Ya. Yuriev of NAAS (sterility fixers and fertility restorers) were taken as the test material. The field experiments

were carried out in the scientific crop rotation fields of the Institute (township Elitne, Kharkivska Oblast, Kharkivskiy Raion). The field experiments were planned and conducted in accordance with conventional methods, with due account for the zonal features of sunflower cultivation.

In the laboratory, the breeding material was assessed for tolerance to low temperatures by cold germination of sunflower seeds, with due account for the temperature mode peculiarities (5°C) and the germination length of sunflower line and hybrid seeds in a refrigerated thermostat (10 days). Cold tolerance was determined by germinability of sunflower seeds at 5°C related to the control (25°C). The resistance of breeding material to the causative agent of downy mildew was assessed in the laboratory by the method developed by YeM Dolgova et al. The oil content in seeds was determined by nuclear magnetic resonance. Data were statistically processed using Excel software.

**Results and discussion.** Using cold germination of seeds harvested in 2016-2018, we differentiated sunflower lines by tolerance to low temperatures at the initial ontogenetic stages.

The low temperature tolerance of lines – sterility fixers (sterile analogues) was found to range 4.7% to 88.8%. A high cold tolerance was noted in lines Skh 93 A (88.8%), Skh 1006 A (79.3%), and Skh 777 A (76.4%). The cold tolerance of sunflower lines – fertility restorers was revealed to vary in the range of 11.3–93.6%. A high tolerance to low temperatures was noted in lines Kh 720 V (93.6%), Kh 4913 V (77.9%), and Kh 15146 V (62.0%).

The field results characterized the lines - sterility fixers (sterile analogues) and fertility restorers by breeding characteristics and their year-to-year variability. The valuable economic features, morphological traits and resistance to the downy mildew pathogen are described for lines – sources of cold tolerance.

**Conclusions.** By the laboratory method of cold germination, the sunflower lines were differentiated by tolerance to low temperatures at the initial ontogenetic stages. Five lines with a high cold tolerance - Skh 93 A (88.8%), Skh 1006 A (79.3%), Skh 777 A (76.4%), Kh 720 V (93.6%), and Kh 4913 V (77.9%) - were identified as sources of this trait. The genotypic diversity of the sunflower lines was evaluated by breeding characteristics and their year-to-year variability. The lines – sources of cold tolerance were characterized by valuable economic features, morphological traits and resistance to the causative agent of downy mildew.

**Key words:** *sunflower, lines, adaptability, cold tolerance, method of cold germination.*