

ОПТИМІЗАЦІЯ ПІДХОДІВ ЩОДО ОЦІНКИ МОРОЗОСТІЙКОСТІ СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО

Демидов О.А.¹, доктор сільськогосподарських наук

Гудзенко В.М.¹, кандидат сільськогосподарських наук

Хоменко Л.О.², кандидат сільськогосподарських наук

¹Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН, Україна

²Інститут фізіології рослин і генетики НАН України

Наведено результати досліджень щодо оптимізації методів оцінки та добору селекційного матеріалу ячменю озимого за морозостійкістю. Встановлено, що у первинних ланках селекції (колекційний та гібридний розсадники) для диференціації значної кількості номерів доцільно застосовувати «експрес-метод» проморожування загартованого накільченого насіння. Для більш об'єктивного визначення рівня морозостійкості необхідно використовувати штучне проморожування рослин, загартованих за природних умов. З метою системної оцінки та добору селекційного матеріалу ячменю озимого слід поетапно поєднувати дані підходи.

Ключові слова: *ячмінь озимий, морозостійкість, накільчене насіння, методи, проморожування, загартування, оцінка, добір*

До 2007 р. основну площу під посівами ячменю в Україні займав ячмінь ярий (3–4 млн га), а озимого вирощувалось значно менше (350–450 тис. га). Починаючи з 2008 р. посіви останнього зросли втричі і на сьогодні становлять 1,1–1,2 млн га щороку [1]. Значно розширилась географія розповсюдження ячменю озимого. На сьогодні окрім традиційно південних областей посіви цієї культури більше 200 тис. га займають у зонах Лісостепу та Полісся і таку ж кількість у північних областях Степу (Кіровоградській та Дніпропетровській).

Частина сортів озимого ячменю, що використовуються у зерновиробництві України, характеризуються нестабільним за роками врожаєм у зв'язку з низькою посухостійкістю, ураженням хворобами та виляганням [2]. Однак ще більш суттєвими є втрати врожаю цієї культури від несприятливих умов перезимівлі. Потенціал морозостійкості ячменю озимого й сьогодні залишається істотно нижчим порівняно з іншими зерновими колосовими – пшеницею, житом та тритикале. Однак як власні, так і про-

ведені у різні роки в інших установах дослідження свідчать, що незважаючи на в цілому низький філогенетичний «пори́г» температури вимерзання (за узагальненими даними близько -14°C на вузлі кушіння) комерційні сорти та зразки генофонду ячменю озимого суттєво різняться за рівнем морозостійкості [3]. Тому необхідно створювати сорти ячменю озимого, що поряд з комплексом найважливіших цінних господарських ознак (продуктивністю, посухостійкістю, стійкістю до вилягання та хвороб) матимуть також максимальну морозо- та зимостійкість.

Очевидно, що найбільш достовірними методами оцінки будь-якої ознаки є польові. Однак можливість виділити найбільш морозо-, зимостійкі форми у природних умовах є не кожного року. На сьогодні розроблено низку підходів для визначення морозостійкості озимих зернових культур [4–7]. Проте більшість з них мають як свої переваги, так і недоліки: трудомісткість та травмування кореневої системи рослин при відборі проб у полі, невідповідність отриманих даних максимальній морозостійкості генотипу та ін. Окрім цього, температурні та експозиційні режими більшості методів штучного проморожування відпрацьовані для пшениці озимої, а тому для диференціації саме ячменю озимого, як менш морозостійкої культури, необхідна їх оптимізація. Отже, виникла необхідність розробити нові підходи до встановлення морозостійкості ячменю озимого, які б підвищили точність оцінки цієї ознаки, були позбавлені багатьох недоліків попередніх методів та забезпечували добір морозостійких генотипів для подальшого використання у селекційному процесі.

Мета досліджень – оптимізувати для культури ячменю озимого підходи щодо оцінки і добору морозостійкого селекційного матеріалу на різних етапах розвитку рослин та у різних ланках селекційного процесу.

Матеріали та методи. Дослідження проводили у 2011–2015 рр. у польових та лабораторних умовах лабораторій селекції ячменю та генетики і фізіології Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН (МПІ) відповідно до загальноприйнятих методик [5, 8–12]. Оскільки задачею досліджень було відпрацювання практичних підходів, температурних та експозиційних режимів визначення морозостійкості, вони розглянуті у результатах досліджень.

Обговорення результатів. Першочерговим напрямом досліджень було відпрацювання методу, що надав би можливість проводити у первинних ланках селекційного процесу (колекційний та гібридні розсадники) попередню оцінку значної кількості номерів та добирати морозостійкі генотипи. Для цього за основу взяли удосконалений у МПІ метод оцінки пшениці озимої за морозостійкістю шляхом проморожування за-

гартованого накілченого насіння [13]. Проведені нами у 2011–2015 рр. дослідження виявили, що температурні й експозиційні умови загартовування та проморожування накілченого насіння, які використовуються для пшениці озимої, не відповідають біології ячменю озимого. Тому необхідно було відпрацювати названі елементи саме для останнього. Для цього оцінено понад 300 колекційних зразків, 100 селекційних ліній МІП, близько 150 гібридів різних поколінь (F_2 – F_4) ячменю озимого.

Оптимізований для ячменю озимого підхід щодо оцінки морозостійкості ячменю озимого у накілченому загартованому насінні включає наступні етапи: I – кільчення насіння (одна доба за температури $+18...20^{\circ}\text{C}$); II – загартовування накілченого насіння: зниження температури кожні 24 години на 1°C від 0 до мінус 5°C (п'ять діб) та загартовування за цієї ж температури (п'ять діб); III – проморожування за температур мінус 9, 11 та 13°C із зниженням температури на 1°C кожні шість годин (експозиція проморожування – 24 години). За температури мінус 9°C можливо одразу вибракувати низькоморозостійкий матеріал. Виживання за температури мінус 11°C свідчить про вищесередній рівень морозостійкості сортів ячменю озимого, і їх можна порівнювати та диференціювати за цією ознакою. Температура проморожування мінус 13°C сприяє виявленню форм з морозостійкістю, наближеною до максимального на сьогодні рівня для ячменю озимого. Проморожування за температури мінус 14°C і нижче за даних умов загартовування і динаміки зниження температури призводить практично до 100% загибелі зразків. Підрахунки рослин, отриманих із загартованого накілченого насіння, що вижили після проморожування, проводять через 7–10 діб після поступового розморожування зразків. У таблиці 1 наведено результати проморожування даним методом генотипів ячменю озимого різного походження.

З метою перевірки можливості використовувати даний підхід для оцінки та доборів з гібридного матеріалу проведено низку проморожувань гібридів першого, другого і подальших гібридних поколінь різних комбінацій схрещування. Проморожували гібриди за температур мінус 9, 11 і 13°C . Найчіткішу диференціацію отримано за температури мінус 11°C . У першому поколінні за показником ступеня фенотипового домінування відмічено різний характер успадкування залежно від компонентів схрещування: від депресії до наддомінування. Однак у більшості випадків успадкування морозостійкості відбувалось за проміжним типом. Виділено низку гібридних комбінацій F_2 , що характеризувались наявністю позитивних трансгресій за цією ознакою.

Таблиця 1

Частка живих рослин у колекційних зразків ячменю озимого за проморожування у загартованому накільченому насінні, 2014 р.

Зразок	Країна походження	Живих рослин, %	
		-11°C	-13°C
Жерар, St	UKR	54±6,4	21±4,0
K-304 / Wysor	SYR	71±7,4	31±4,9
Radical / Birgit // K-304	SYR	70±7,3	28±4,6
Dobrinya / K-015	SYR	68±7,2	23±4,2
Миронівський 87	UKR	66±7,1	30±4,8
Skorohod / Tirschmir-22 // Dictoo	SYR	64±7,0	27±4,6
Сейм	UKR	55±6,5	11±2,9
Основа	UKR	52±6,3	15±3,4
Зубен	UKR	8±2,5	0
Ковчег	UKR	11±2,9	0
Самсон	RUS	63±7,0	20±3,9
Cartel	FRA	63±7,0	18±3,7
Maskara	DEU	61±6,8	6±2,1
Козир	RUS	60±6,8	12±3,0
HVW 706/74	DEU	59±6,7	29±4,7
Стрімкий	UKR	57±6,6	26±4,5
Elara	FRA	52±6,3	3±1,5
Nevada	GBR	48±6,1	0
Луран	CZE	36±5,3	15±3,4
Optima	FRA	29±4,7	8±2,5
Luxor	CZE	26±4,5	4±1,8
Salamandra	FRA	19±3,8	8±2,5
Mallard	GBR	18±3,7	1±0,9
Середнє по досліді		25	11
<i>Max по досліді</i>		<i>71</i>	<i>31</i>
<i>Min по досліді</i>		<i>0</i>	<i>0</i>

Варто також відмітити, що за температури проморожування мінус 13°C виявлено гібридні комбінації з виживанням у межах 14–31% (табл. 2), які становлять практичний інтерес для подальшої селекційної роботи.

Перевірили даний підхід щодо можливості селекційно-генетичної оцінки гібридів за морозостійкістю у топкросній схемі. Для цьо-

го у схрещування залучили попередньо оцінені за морозостійкістю колекційні зразки, сорти та селекційні лінії МІП. Тестерами були сорти Борисфен, Самсон, Cartel та селекційна лінія Parallelum 4418. Виділено сорти та лінії з підвищеною загальною комбінаційною здатністю (ЗКЗ): Миронівський 87, Pallidum 4985, Pallidum 5044, Pallidum 5040, Pallidum 4814 (табл. 3). Серед тестерів суттєво вищими, порівняно з іншими, ефектами ЗКЗ вирізнявся сорт Борисфен.

З метою отримання з гібридних популяцій насіннєвого матеріалу доцільно проводити проморожування загартованого накільченого насіння восени (орієнтовно II та III декади вересня), і після підрахунку живих рослин висаджувати їх у польові умови, в яких вони без додаткових затрат пройнуть яровизацію та подальшу вегетацію.

Таким чином, удосконалений метод проморожування загартованого накільченого насіння дає можливість оцінити, диференціювати та відібрати селекційний матеріал за морозостійкістю. Перевагами даного підходу є відносно низькі енергозатрати, швидке проведення оцінки значної кількості селекційного матеріалу, а за необхідності – доборів

Таблиця 2

Частка живих рослин у гібридних популяціях F_2 ячменю озимого за проморожування у загартованому накільченому насінні ($t^\circ -13^\circ\text{C}$), 2013 р.

Комбінація схрещування	Живих рослин, %
Existenz / Pallidum 5002	26±4,4
Existenz / Pallidum 4924	18±3,9
Pallidum 5040 / Cartel	20±4,0
Pallidum 5044 / Cartel	30±4,6
Борисфен / Cartel	29±4,5
Parallelum 4418 / Зимовий	19±3,9
Pallidum 3071 / Жерар	17±3,8
Pallidum 4985 / Жерар	21±4,1
Сейм / Pallidum 5025	14±3,5
Pallidum 4762 / Pallidum 4735	28±4,5
Миронівський 87 / Борисфен	29±4,5
Pallidum 4985 / Борисфен	27±4,5
Середнє *	10
<i>Max</i>	<i>30</i>
<i>Min</i>	<i>0</i>

* **Примітка.** Середнє, максимальне і мінімальне значення наведені по 70 гібридних комбінаціях

**Ефекти загальної комбінаційної здатності ячменю озимого
за морозостійкістю при проморожуванні гібридів F₂
у загартованому накільченому насінні (t° -11°C), 2013 р.**

Сорт, лінія	Ефекти ЗКЗ
Сорт, лінія	
Миронівський 87	34,75
Зубен	-23,25
Mattina	-10,75
Сейм	-9,75
Nektaria	-21,25
Novosadski 183	-17,75
Pallidum 4814	4,25
Pallidum 5044	9,75
Pallidum 5040	5,25
Pallidum 4985	28,75
Тестер	
Cartel	0,45
Parallelum 4418	-11,95
Борисфен	17,45
Самсон	-5,95
НІР _{0,05} (сорти, лінії)	7,2
НІР _{0,05} (тестери)	4,1

і дорошування відібраного матеріалу. Зрозуміло, що такий підхід – це «експрес-метод», який варто використовувати на початкових етапах для попередньої диференціації значної кількості вихідного матеріалу.

Для більш детальної оцінки попередньо відібраного селекційного матеріалу нами оптимізовано спосіб оцінки та добору для ячменю озимого, що поєднує загартування за природних умов та оцінку рівня морозостійкості шляхом штучного проморожування [14]. З метою зменшення об'єму тари і маси землі замінили великі важкі ящики (загальноприйнятий метод проморожування В.Я. Юр'єва) меншими ємностями (у даному випадку поліетиленовими стаканами розміром 9х13 см з попередньо видаленим дном). Такого об'єму ґрунту цілком достатньо на перших етапах розвитку для 10 рослин. Дослід доцільно закладати у шестиразовій повторності (по шість ємностей для кожного сорту). Це дає змогу більш рівномірно розмістити зразки у морозильних камерах, що сприяє об'єктивнішій їх оцінці.

Поліетиленові ємності розміщують (вкопують) безпосередньо у ґрунт на рівні з поверхнею поля. Насіння селекційних номерів висівають у ці ємності в загальноприйнятій для сівби ячменю строки. У подальшому рослини проходять початкові етапи органогенезу та загартування за природних умов. Додаткові переваги цього простого підходу (порівняно з проморожуванням у висівних ящиках та прямим відбором пучків з поля) – врахування природного формування морозостійкості при загартуванні залежно від розвитку рослин та впливу інших чинників (льодова кірка, різке зниження температури, відлига); зменшення травмування кореневої системи рослин при відборі проб; достатня відповідність розрахункових температур фактичним критичним температурам вимерзання; можливість проводити моніторинг динаміки критичних температур та формування морозостійкості рослин упродовж зимового періоду; зменшення часу на відбір проб; виключення додаткового поливу рослин; можливість оцінки достатньої для селекційної роботи кількості селекційних номерів.

Контроль за перезимівлею рослин та отримання даних для розрахунків критичної температури вимерзання проводять, використовуючи такі прилади, як ґрунтовий електротермометр АМ-29А, коробка Нізенькова, а також максимальні та мінімальні термометри, що встановлюють безпосередньо біля площадки з досліджуваними зразками.

Морозостійкість визначають шляхом проморожування рослин у перенесених з поля до камер штучного клімату поліетиленових ємностях за температур, що встановлюють конкретно для кожного року та періоду визначення цієї ознаки виходячи з розрахункової критичної температури вимерзання. Її вираховують згідно з відомим методом оцінки впливу низьких температур і льодової кірки на перезимівлю озимих зернових культур [15], що базується на врахуванні залежності життєдіяльності рослин від метеорологічних умов перезимівлі конкретного періоду. Для розрахунків критичної температури вимерзання проводять щоденні метеорологічні спостереження за мінімальною температурою ґрунту на глибині залягання вузла кушіння рослин починаючи з дати стійкого переходу середньодобової температури повітря через 0°C у бік зниження.

Проморожування проводять у камерах низьких температур КНТ-1М (як альтернативний підхід за незначної вибірки зразків можна використовувати переобладнані побутові морозильні камери, приміром ЛВН-200Г чи ін.) за двома температурами, орієнтуючись на розраховану критичну температуру вимерзання. Градієнт зниження температури у камерах становить 2°C щогодини, причому відлік починається від температури навколишнього середовища. Експозиція

проморожування при досягненні необхідної температури – 24 години.

Після проморожування рослини відрощують за температури +15...18°C. Через 10–12 діб підраховують кількість живих і загиблих рослин. З початком відновлення вегетації рослини, що залишилися живими після проморожування, звільняють від ємностей і разом з ґрунтом висаджують на дорощування у полі. Результати проморожування рослин сортів та селекційних ліній ячменю озимого у 2011–2015 рр. свідчать про достатню відповідність розрахункової температури проморожування отриманим експериментальним даним. У таблиці 4 наведено результати оцінки морозостійкості окремих сортів і селекційних ліній ячменю МІП у 2012/13 та 2013/14 вегетаційних роках.

Таблиця 4

Частка рослин сортів і селекційних ліній ячменю озимого, загартованих за природних умов, що вижили після штучного проморожування

Сорт	Живих рослин, %			
	2012/13 р.		2013/14 р.	
	-11°C	-13°C	-11°C	-13°C
Жерар, St	68,0±7,2	44,3±5,8	67,3±7,2	43,8±5,8
Паллідум 4836	71,8±7,4	71,7±7,4	70,5±7,4	70,0±7,3
МІП Оскар	70,9±7,4	64,6±7,0	83,8±8,0	69,8±7,3
МІП Гладіатор	62,5±6,9	60,2±6,8	72,5±7,5	64,1±7,0
Паладін Миронівський	66,0±7,1	64,4±7,0	76,9±7,7	54,9±6,5
Сейм	69,0±7,3	62,3±6,9	67,3±7,2	51,0±6,3
Паллідум 24	26,2±4,5	19,2±3,8	43,8±5,8	30,6±4,8
Паллідум 25	32,1±5,0	15,3±3,4	39,4±5,5	26,7±4,5
Паллідум 27	34,2±5,1	10,1±2,8	40,1±5,5	32,6±5,0
Середнє	55,6	45,8	62,4	50,4
<i>Max</i>	71,8	71,7	83,8	70,0
<i>Min</i>	26,2	10,1	39,4	26,7

Висновки. Уперше в умовах Лісостепу України в результаті проведених досліджень оптимізовано підходи щодо визначення морозостійкості ячменю озимого в різних ланках селекційного процесу. Відпрацьовано температурно-експозиційні режими штучного проморожування, що сприяють диференціації селекційного матеріалу ячменю озимого за морозостійкістю як у накільченому насінні, так і рослинах, загартованих у природних умовах. У первинних ланках селекції (колекційний та гібридний розсадники) для диференціації

значної кількості номерів доцільно застосовувати «експрес-метод» проморожування у загартованому накілченому насінні. Для більш об'єктивного визначення рівня морозостійкості необхідно використувати штучне проморожування рослин, загартованих за природних умов. З метою системної оцінки та добору селекційного матеріалу ячменю озимого слід поетапно поєднувати дані підходи.

Список використаних джерел

1. Гудзенко В.М. Урожайність, пластичність та стабільність ячменю озимого у центральному Лісостепу України / В.М. Гудзенко // Селекція і насінництво. – 2013. – Вип. 103. – С. 231–241.
2. Гудзенко В.М. Оцінка селекційних ліній ячменю озимого за продуктивністю та адаптивністю в умовах Лісостепу України / В.М. Гудзенко // Селекція і насінництво. – 2014. – Вип. 106. – С. 13–23.
3. Гудзенко В.М. Селекційна оцінка колекційних зразків ячменю озимого в умовах Лісостепу України / В.М. Гудзенко // Агробіологія. – 2014. – № 2. – С. 29–33.
4. Методы определения морозо- и зимостойкости озимых культур. – М., 1969. – 42 с.
5. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: Методическое руководство / Под ред. д-ра биол. наук, проф. Г.В. Удовенко / Всесоюзный НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. – Л.: ВИР, 1988. – С. 128–154.
6. Полтарев Е.М. Разработка методов диагностики зимостойкости озимых культур: Методические рекомендации / Е.М. Полтарев. – Х., 1990. – 42 с.
7. Дубовой В.И. Усовершенствованный способ оценки и отбора селекционного материала озимых зерновых культур (Поиски и решения) / В.И. Дубовой, Г.Т. Чепур, Р.В. Яременко. – К., 1998. – 38 с.
8. Международный классификатор СЭВ рода *Hordeum* L. – Л., 1983. – 56 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 315 с.
10. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. – М.: Колос, 1981. – 34 с.
11. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. – К., 2000. – 100 с.
12. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинаторной способности. – Х., 1980. – 75 с.

13. Хоменко Л.О. Прояв і успадкування ознаки морозостійкості та її використання в селекції пшениці м'якої озимої: Автореф. ... дис. канд. с.-г. наук: 06.01.05 / Л.О. Хоменко. – К., 2012. – 20 с.

14. Патент на корисну модель. Україна, МПК Н 04 G 7/00 С 1/00. Спосіб оцінювання і добору морозостійких форм озимих зернових культур / [Хоменко Л.О., Шередеко Л.М., Кочмарський В.С. та ін.]; власник Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла. – № 38732; заяв.15.05.2008; опубл. 12.01.2009, Бюл. № 1

15. Личикаки В.М. Перезимовка озимих культур / В.М. Личикаки. – М.: Колос, 1974. – 207 с.

References

1. Gudzenko VM. Yielding capacity, plasticity, and stability of winter barley in the central Forest-Steppe of Ukraine. *Seleksiia i Nasinnytstvo*. 2013; 103: 231-241.

2. Gudzenko VM. Evaluation of winter barley breeding lines by productivity and adaptability in conditions of Forest-Steppe of Ukraine. *Seleksiia i Nasinnytstvo*. 2014; 106: 13-23.

3. Gudzenko VM. Breeding assessment of collection samples of winter barley in conditions of Forest-Steppe of Ukraine. *Agrobiologiya*. 2014; 2: 29-33.

4. Methods for determination of frost resistance and winter hardiness of winter crops. Moscow; 1969. 42 p.

5. Diagnostics of plant resistance to stress factors: Methodical manual. Ed. by Udovenko GV. N.I. Vavilov All-Union Institute of Plant Industry. Leningrad: VIR; 1988. P. 128-154.

6. Poltarev EM. Development of methods of diagnostics of winter hardiness of winter crops: Methodical Recommendations. Kharkov; 1990. 42 p.

7. Dubovoy VI, Chepur AT, Yaremenko RV. The improved method of evaluation and selection of breeding material of winter crops (Search and solutions). Kiev; 1998. 38 p.

8. Trofimovskaya AY, Lukyanova MV, Korneychuk V, Ilyina N, Yarosh NP, Lekes J, Bares I, Foral A, Odehnal V, Ruschichka F, Bobek M. International COMECON List of Descriptors for the genus *Hordeum* L. Leningrad; 1983. 56 p.

9. Dospekhov BA. Methods of field experiments. Moscow: Kolos; 1985. 315 p.

10. Guidelines for the study of world collection of barley and oats. Moscow: Kolos; 1981. 34 p.

11. Methods of the State strain testing crops. Kyiv; 2000. 100 p.

12. Guidelines on the application of mathematical methods to analyze experimental data for the study of combining ability. Kharkov; 1980. 75 p.

13. Khomenko LO. Manifestation and inheritance of frost resistance trait and its use in bread winter wheat breeding. Thesis abstract for Candidate of Science (Agriculture): 06.01.05. Kyiv; 2012. 20 p.

14. Khomenko LO, Sheredeko LM, Kochmarskyi VS, Yaremenko RV, Tkalych VV. Utility patent No 38732. Ukraine, IPC H 04 G 7/00 C 1/00. The method of evaluation and selection of frost resistant forms of winter crops; the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat; 2008.

15. Lichikaki VM. Overwintering of winter crops. Moscow: Kolos; 1974

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДХОДОВ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО

Демидов А.А.¹, доктор сельскохозяйственных наук

Гудзенко В.Н.¹, кандидат сельскохозяйственных наук

Хоменко Л.А.², кандидат сельскохозяйственных наук

¹Мироновский институт пшеницы имени В.Н. Ремесло НААН, Украина

²Институт физиологии растений и генетики НАН Украины

Цель. Оптимизировать для ячменя озимого подходы к оценке и отбору морозоустойчивого селекционного материала на разных этапах развития растений и в разных звеньях селекционного процесса.

Методика. Исследования проводили в 2011–2015 гг. в полевых и лабораторных условиях лабораторий селекции ячменя и генетики и физиологии Мироновского института пшеницы имени В.Н. Ремесло НААН в соответствии с общепринятыми методиками. Материал для исследований – более 300 коллекционных образцов, 100 селекционных линий МИП, более 150 гибридов разных поколений (F_2 – F_4) ячменя озимого.

Результаты. Оптимизированы по практическим подходам и температурно-экспозиционным режимам два метода определения морозостойкости ячменя озимого. Первый – «экспресс-метод» промораживания закаленных наклюнувшихся семян. Преимуществами данного подхода являются относительно низкие энергозатраты, возможность оценки большой выборки селекционного материала и при необходимости проведение отборов и их дорастивание.

Второй метод предусматривает закаливание растений в естественных условиях и промораживание их в камерах искусственного климата при

температурах, которые определяются в зависимости от расчетной критической температуры вымерзания для конкретного года и срока определения. Посевные ящики заменяются небольшими пластиковыми ёмкостями для 10 растений каждая, повторность шестикратная. Преимуществами данного метода (по сравнению с промораживанием в посевных ящиках и прямым отбором пучков с поля) являются учет естественного формирования морозоустойчивости при закаливании в зависимости от развития растений и влияния других факторов (ледяная корка, внезапное снижение температуры, оттепели); снижение степени повреждений корневой системы растений при отборе проб; достаточное соответствие расчетных температур фактическим данным; возможность проводить мониторинг динамики критических температур и формирования морозоустойчивости растений на протяжении зимнего периода; сокращение времени на отбор проб; исключение необходимости дополнительного полива растений; достаточная для селекции выборка образцов.

Заключение. Впервые в условиях Лесостепи Украины оптимизированы подходы к определению морозоустойчивости селекционного материала ячменя озимого. В первичных звеньях селекционного процесса (коллекционный и гибридный питомники) для дифференциации значительного количества номеров рационально применять промораживание закаленных наклюнувшихся семян. Для более объективной оценки уровня морозоустойчивости ячменя озимого следует использовать промораживание растений, закаленных в естественных условиях. С целью системной оценки и отбора селекционного материала ячменя озимого следует поэтапно сочетать оба данных подхода.

Ключевые слова: *ячмень озимый, морозоустойчивость, наклюнувшиеся семена, методы, промораживание, закаливание, оценка, отбор*

OPTIMIZATION OF APPROACHES TO THE DETERMINATION OF FROST RESISTANCE OF WINTER BARLEY BREEDING MATERIAL

Demydov O.A.¹, Doctor of Agricultural Sciences

Gudzenko V.M.¹, Candidate of Agricultural Sciences

Khomenko L.O.², Candidate of Agricultural Sciences

¹The V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS, Ukraine

²Institute of Plant Physiology and Genetics,
National Academy of Sciences of Ukraine

Aim. To optimize for winter barley approaches to the assessment and selection of frost resistant breeding material at different stages of plant development and in different links of breeding process.

Materials and methods. Investigations were carried out in 2011-2015 under field and laboratory conditions at laboratory of barley breeding and laboratory for genetics and physiology of the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS in accordance with conventional techniques. More than 300 collection samples, 100 breeding lines of the MIP, more than 150 hybrids of different generations (F_2 - F_4) of winter barley were material for the research.

Results. Two methods of determining the frost hardiness of winter barley have been optimized by practical approaches, temperature and exposure modes. The first of them is «rapid method» of freezing previously germinated and hardened seeds. The advantages of this approach are relatively low energy consumption, the ability to assess a large amount of breeding material, and, if necessary, to carry out selections and further growing them.

The second method involves the hardening plants in natural conditions and freezing them in chambers of artificial climate at temperatures determined depending on the calculation of critical freezing temperature for a specific period of the year and term. Sowing boxes are replaced by small plastic reservoirs for 10 plants each with six replications. The advantages of this method (compared to freezing in sowing boxes or direct sampling plantlets in the field during overwintering) are consideration of natural formation of frost resistance during hardening depending on the development of plants and the influence of other factors (ice crust, the sudden drop in temperature, thaw); reduction of the degree of plant root system damage during sampling; sufficient compliance between calculated temperatures and actual data; ability to monitor dynamics of critical temperatures and formation of frost resistance of plants during winter period; reduction of sampling time; elimination the need for additional watering plants; sufficient amount of samples to be selected.

Conclusion. For the first time there were optimized approaches to determine frost resistance of winter barley breeding material under environment of Forest-Steppe of Ukraine. In the primary links of breeding process (collection and hybrid nurseries) it is rationally to freeze previously germinated and hardened seeds in order to differentiate a lot of samples. Freezing plant hardened in vivo should be used to assess level of winter barley frost resistance more objectively. Aimed at system evaluation and selection of winter barley breeding material the both approaches should be gradually combined.

Key words: *winter barley, frost hardiness, germinating seeds, methods, freezing, hardening, evaluation, selection*