

***ПІСЛЯДІЯ КРИТИЧНИХ ТЕМПЕРАТУР ВИМЕРЗАННЯ В
ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СОРТУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ***

Л. О. Хоменко¹, Л. М. Шередеко²

¹ Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН

² ННЦ “ Інститут землеробства НААН “

Досліджено післядію критичних температур вимерзання на прояв морозостійкості пшениці озимої в залежності від сорту.

Пшениця, сорт, морозостійкість, критичні температури, проморозжування, генотип, післядія

Постановка проблеми. В реєстрі сортів рослин, дозволених для використання сільськогосподарському виробництву в Україні, запропоновано 226 сортів озимої м’якої пшениці [1], більшість з яких за сприятливих умов здатна забезпечувати високий урожай зерна. Проте через недостатню морозостійкість, жаро – посухостійкість, стійкість проти шкідників і хвороб та ін. сучасні сорти цієї культури в конкретних умовах року та зони вирощування генетичний потенціал продуктивності реалізовується на 30 – 50 % [2, 3]. Тому підвищувати потенціал морозостійкості пшениці – здатності рослин протистояти температурам нижче 0°C і зберігати при цьому життєздатність [4] – одна з головних і центральних проблем сучасної селекції [5]. При цьому актуальними залишаються дослідження фізіологічних, біохімічних, генетичних процесів, які допомагають виживанню рослин у стресових температурних умовах [6, 7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Несприятливим періодом розвитку пшениці озимої є зима з її екстремальними температурами, коливанням температур від від’ємних значень до позитивних, льодовими кіркама та ін. Статистика свідчить, що протягом останніх 25 років у нашій країні внаслідок несприятливих умов зимівлі значно пошкоджується і підлягає пересіву в середньому 1,5 млн. га посівів озимих зернових культур щорічно [8, 9].

В роки з низькими стресовими температурами “післядія” зимових ушкоджень посівів пшениці озимої спричиняла значний недобір урожаю. Як відмічали М. І. Салтиковський [10], Ф. М. Куперман і М. І. Кучерява

[11] та Р. Ф. Мельцер [12], негативний вплив зимових ушкоджень спостерігається вже через 15 – 20 днів після відновлення вегетації. Залежно від ступеня ушкодження, з'являлися рослини, які відставали за ростом і розвитком, у них спостерігались аномальні відхилення у археоспорогенезі, мікроспорогенезі, диференціації генеративних органів, що впливало на зниження кількості продуктивних стебел, розмір та фертильність колосся, масу зерна з колосу та 1000 зерен. Виявлялись сортові відмінності рослин на ушкодження і на здатність їх до регенерації [13].

Метою та завданням досліджень було вивчити післядію низьких стресових температур у нащадків проморожених за розрахунковими критичними температурами вимерзання різних сортозразків пшениці озимої.

Методики та вихідний матеріал. Для проведення досліджень були використані сорти екологічного сортотипу лабораторії селекції інтенсивних сортів пшениці озимої Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН та лінія Лютесценс 696, яка кваліфікована лабораторією генетики пшениці як донор морозостійкості. За еталон-стандарт по морозостійкості використовували сорт Крижинка [14]. Проморожування рослин, які вирощувались в польових умовах у поліетиленових стаканчиках без дна [15], проводили за розрахунковими критичними температурами вимерзання пшениці озимої [4] в камерах низьких температур КНТ – 1М, у накілченому насінні [16] та проростках [17] – в морозильних міні – камерах ЛВН – 200Г. Фертильність пилку визначали під мікроскопом в камерах Фукса – Розенталя після забарвлення препаратів розчином ацетокармину [18]. Дослідження проводили в лабораторії генетики пшениці МІП в 2007 – 2011 рр.. Результати отриманих досліджень оброблялись статистично [19].

Результати і їх обговорення. В наших дослідженнях рослини, які вижили після проморожування за критичними температурами вимерзання в кінці зимового періоду, дорощували у природних умовах поряд з рослинами, які росли за звичайних умов (успішно перезимували і не піддавались дії стресового фактору). Після відновлення вегетації стали помітні суттєві відмінності у рослин, які дорощувались від контрольних. Пригнічені стресом рослини відставали за ростом і розвитком, формували у більшості випадків один невеликий головний колос, шупле насіння, а у деяких рослин колос виявився навіть не озерненим.

Логічним було припустити, що нащадки рослин, які вижили після проморожування за критичних температур вимерзання, будуть мати морозостійкість вищу, ніж вихідна форма (сортотип). З цією метою були проведені дослідження з визначення ознаки за різними методами проморожування: у накілченому насінні, проростках та за природних умов вирощування і загартування у поліетиленових стаканчиках.

Для проморожування сортозразків у накільченому насінні без загартування набирали по 100 насінин з рослин, отриманих після проморожування, і по 100 насінин з рослин без проморожування (контроль). Пророщували насіння в чашках Петрі і проморожували сортозразки в морозильних міні – камерах ЛВН - 200Г, за температурами – 4 та – 6°С з експозицією 24 години. Отримані результати морозостійкості (виживання рослин) виражені у відсотках, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Морозостійкість незагатованого накільченого насіння нащадків проморожених і контрольних сортозразків пшениці озимої

Назва сортозразка	- 4 °С	- 6 °С
	% ± σ	% ± σ
Богдана (<i>після проморожування</i>)	12,3 ±3,0	0,7 ±0,5
Богдана (<i>без проморожування</i>)	78,5 ±2,6	38,3 ±3,3
Білоцерківська напівкарликова (<i>після проморожування</i>)	10,3 ±2,4	0,0 ±0,0
Білоцерківська напівкарликова (<i>без проморожування</i>)	29,5 ±2,8	4,8 ±1,3
Панна (<i>після проморожування</i>)	84,4 ±3,7	1,7 ±1,2
Панна (<i>без проморожування</i>)	87,9 ±1,9	2,7 ±0,9

З наведених в таблиці 1 даних видно, що нащадки рослин, які вижили після проморожування, показали нижчу морозостійкість, ніж контрольні. При цьому така закономірність прояву ознаки у сортозразках відмічена за обох температур проморожування (крім сорту Панна, у якого результати морозостійкості наближені за двома температурами проморожування).

Для визначення морозостійкості сортозразків пшениці озимої за методом проморожування загатованих проростків брали по 50 насінин кожного сортозразка в триразовому повторенні і пророщували в чашках Петрі до розмірів 0,5 см. Загартувували проростки в морозильних міні-камерах ЛВН - 200Г протягом 7 днів за температури 1,5 °С та 3 дні – за температури мінус 4 °С. Проморожували за двома температурами: – 11 та – 13 °С протягом 24 годин. Отримані результати підрахунків рослин, які вижили після проморожування, виражені у відсотках, наведено в таблиці 2.

З наведених в таблиці 2 даних видно, що морозостійкість нащадків проморожених рослин в усіх випадках була нижчою, ніж контрольних. Лише у сортозразків Дашенька і Веста за температури проморожування – 13 °С були отримані близькі результати виживання нащадків.

Оцінку морозостійкості нащадків проморожених і контрольних сортозразків пшениці озимої провели також методом проморожування рослин в поліетиленових стаканчиках без дна.

Таблиця 2

Результати визначення морозостійкості загартованих проростків нащадків проморожених і контрольних рослин пшениці озимої

Сортозразки	Температура проморожування	
	– 11 °С	– 13 °С
Сніжана (<i>після проморожування</i>)	91,9 ± 0,96	28,8 ± 0,55
Сніжана (без проморожування)	93,9 ± 0,97	35,6 ± 0,60
Веста (<i>після проморожування</i>)	88,7 ± 0,94	30,5 ± 0,54
Веста (без проморожування)	91,2 ± 0,96	30,7 ± 0,30
Дашенька (<i>після проморожування</i>)	85,7 ± 0,93	3,6 ± 0,20
Дашенька (без проморожування)	88,9 ± 0,94	4,1 ± 0,20
Волошкова (<i>після проморожування</i>)	83,5 ± 0,92	16,3 ± 0,16
Волошкова (без проморожування)	95,9 ± 0,98	67,5 ± 0,82

В оптимальні строки посіву пшениці озимої для польових умов вирощування (23 вересня) в стаканчик висіяли по 10 насінин кожного сортозразка в триразовому повторенні. Стаканчики до верху закопали землею в траншею поряд з ділянками висіяних контрольних сортозразків. Початкові етапи онтогенезу, загартування і перезимівлю рослини проходили за природних умов вирощування. В січні, коли рослини озимої пшениці набувають найвищого рівня морозостійкості, провели відбір стаканчиків з поля і проморозили в камерах низьких температур КНТ – 1М за критичними температурами вимерзання – 18 та – 20°C. Друге проморожування провели навесні за критичними температурами, які на цей час становили – 13 та – 15°C. Відсотки рослин, які вижили після обох проморожувань за найнижчими температурами, наведено в таблиці 3.

З наведених даних видно, що рослини, які отримані після проморожування, показують нижчу морозостійкість ніж рослини без проморожування, як у межах сортозразка, так і в динаміці перезимівлі.

Таким чином, незалежно від способу визначення, морозостійкість нащадків пшениці озимої, всупереч очікуваному, була нижче контрольних. Її зниження під дією низьких критичних температур спостерігали у своїх роботах Нейфак С. А. [20], Трунова Т. І. [21], Войніків В. К. [22], Колоша О. І. [23], які пояснювали це сильним порушенням та блокуванням білоксинтезуючого апарату клітини в залежності від генотипу морозостійкості пшениці.

Рослини, які вижили після проморожування в поліетиленових стаканчиках за найнижчою (– 15°C) критичною температурою вимерзання, дорощувались у природних умовах поряд з рослинами тих самих сортозразків (контроль), що дало змогу порівнювати їх впродовж всього вегетаційного періоду.

Таблиця 3

Відсоток живих рослин у нащадків проморожених і контрольних сортозразків пшениці озимої після проморожування у поліетиленових стаканчиках (без дна) 2008/09 р.

Сортозразки	Температура проморожування	
	-20 °С Дата відбору проб з поля: 22.01.09 р.	-15 °С Дата відбору проб з поля: 4.03.09 р.
Сніжана (<i>після проморожування</i>)	6,9 ± 0,24	13,0 ± 0,33
Сніжана (без проморожування)	10,3 ± 0,32	18,5 ± 0,46
Веста (<i>після проморожування</i>)	6,7 ± 0,25	11,5 ± 0,33
Веста (без проморожування)	21,4 ± 0,46	25,9 ± 0,51
Дашенька (<i>після проморожування</i>)	0,0 ± 0,00	6,7 ± 0,24
Дашенька (без проморожування)	0,0 ± 0,00	7,4 ± 0,26
Волошкава (<i>після проморожування</i>)	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00
Волошкава (без проморожування)	3,3 ± 0,17	7,4 ± 0,26

Відмінності у рості і розвитку проморожених і контрольних рослин були помітні відразу після відновлення вегетації.

В період цвітіння (з 8 до 22 червня 2009 року) провели аналіз фертильності пилку проморожених і контрольних сортозразків пшениці озимої. Результати цих аналізів наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Фертильність та стерильність пилку квіток проморожених і контрольних рослин сортозразків пшениці озимої

Сортозразок	Пилок рослин									
	Без проморожування				Після проморожування					
	всього	фертильність		стерильність		всього	фертильність		стерильність	
		шт.	%	шт.	%		шт.	%	шт.	%
Сніжана	1213	1111	91,6	102	8,4	297	37	12,5	260	87,5
Крижинка	1197	1042	87,1	155	12,9	388	36	9,3	352	90,7
Копилівчанка	1422	1292	90,9	130	9,1	319	60	18,8	259	81,2
Волошкава	1037	927	89,4	110	10,6	244	27	11,1	217	88,9
Лютесценс 696	983	884	89,9	99	10,1	1017	187	18,4	830	81,6

Як видно з даних, наведених у таблиці 4, стерильність пилку квіток контрольних рослин взятих для дослідження сортозразків пшениці озимої знаходиться в межах 8 – 13 %, тоді як у проморожених рослин тих самих

сортозразків стерильність пилку збільшується до 81 – 91 %. Таким чином, стресові критичні температури впливають на генеративні органи.

Рослини після проморожування відрізнялись від контрольних також меншим габітусом, меншою кількістю стебел, недорозвиненим колосом та нижчою масою зерна. Дані цих спостережень наведені в таблиці 5.

Таблиця 5

Результати вивчення дорощуваних після проморожування і контрольних рослин пшениці озимої в 2008 /09 р.

Сортозразки	- 15 ° С	Кількість росл., що вижили, шт.	Дата колосіння	Висота рослин, см	Маса зерна живих рослин, г
	% живих рослин				
Сніжана(після проморожування)	13,0 ± 0,33	3	4.06	65	4,2
Сніжана (без проморожування)	18,5 ± 0,46	7	2.06	70	10,6
Веста (після проморожування)	11,5 ± 0,33	1	8.06	54	1,4
Веста (без проморожування)	25,9 ± 0,51	8	2.06	89	10,0
Дашенька (після проморожування)	6,7 ± 0,24	0	–	–	–
Дашенька (без проморожування)	7,4 ± 0,26	1	10.06	51	0,9
Волошкава (після проморожування)	0,0 ± 0,00	0	–	–	–
Волошкава (без проморожування)	7,4 ± 0,26	0	–	–	–

З наведених даних видно, що рослини після проморожування мають нижчі показники не тільки за висотою та масою зерна, а і за строками виколошування. За датою колосіння вони відставали від рослин без проморожування в середньому на 5 днів. Дослідженнями Weidner M. [24] встановлено, що оптимум синтезу білка у рослин, які пережили низькотемпературний шок, знаходиться на 7 – 8 ° С вище, ніж у рослин, які виростили за нормальних температур. Таким чином, для рослин, які знаходились під впливом стресових низьких температур, потрібен підвищений температурний режим вирощування.

А як проявляється адаптивність ознаки морозостійкості у нащадків пшениці озимої, які дорощувались в природних умовах у рік проморожування та через рік пересіву?

Для виявлення цього порівняли морозостійкість накілченого насіння сортів Сніжана і Крижинка, отриманого у рік проморожування і через рік після вегетації за природних умов вирощування. Для дослі-

дження взяли по 100 насінин кожного сортозразка в триразовому повторенні, замочили у чашках Петрі до розтріскування плодової оболонки зародка і помістили на загартування у морозильні міні – камери. Загартовували накільчене насіння від’ємними температурами другої фази загартування, знижуючи кожні 2 дні на 2 °С температуру до – 8 °С. Проморожування проводили при температурі – 14 °С (результати наведені в таблиці 6).

Таблиця 6

Відсоток живих рослин після проморожування накільченого насіння нащадків проморожених і контрольних сортозразків пшениці озимої (грудень 2010 р.)

Сортозразки	Варіант	Температура проморожування
		–14°С
Сніжана	після проморожування 2009р.	67,7
	через рік пересіву	87,8
	без проморожування	91,8
Крижинка	після проморожування 2009р.	44,4
	через рік пересіву	59,6
	без проморожування	71,7

Як видно з даних в таблиці 6, морозостійкість нащадків проморожених рослин після дорощування їх у звичайних умовах значно нижча за морозостійкість вихідної форми. Морозостійкість нащадків через 1 рік пересіву і вирощування за звичайних умов підвищується, але не досягає рівня контрольних рослин. Аналіз мінливості якісної ознаки у порівнянні варіантів (за критерієм Фішера F_{95}) показав, що рослини після дорощування та нащадки після одного пересіву в звичайних умовах різняться за морозостійкістю між собою і відрізняються від рівня морозостійкості рослин, які раніше не проморожувались. Дослідженнями Кунаха В. А. [25] встановлено, що пластичність генотипу дозволяє відновлення сорту пшениці озимої впродовж кількох поколінь.

Таким чином, прояв критичних температур вимерзання пшениці озимої залежить від температури вирощування та пластичності сорту пшениці озимої.

Висновки: 1. Рослини пшениці озимої, отримані після проморожування за критичними температурами вимерзання, та їх нащадки мають нижчу морозостійкість, ніж контрольні.

2. Стресові критичні температури вимерзання впливають не тільки на соматичні клітини пшениці озимої, але і на генеративні.

3. Післядія критичних температур вимерзання пшениці озимої залежить від температури вирощування та пластичності сорту пшениці озимої.

Список використаних джерел

1. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні / К. : Алефа, 2011. – 242 с.
2. *Шевелуха В.С.* Важнейшие проблемы повышения зимостойкости озимых зерновых культур / В.С. Шевелуха, И. И. Василенко. – Сборн. научн. трудов под ред В. С. Шевелухи. – М. : Колос, 1993. – С. 75–81.
3. *Уліч Л. І.* Сорти пшениці озимої для інтенсивних технологій / Л. І. Уліч, В. М. Лисікова // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – К. : Алефа, 2006. – С. 103 – 107.
4. *Личикаки В. М.* Перезимовка озимих культур / В. М. Личикаки. – М.: Колос, 1974. – С. 60-83.
5. *Зубець М. В.* Невідкладні завдання вчених – селекціонерів / М. В. Зубець // Вісник аграрної науки. – 2000. – № 12. – С. 5 – 7.
6. Физиология устойчивости растений (морозоустойчивость, засухоустойчивость и солеустойчивость) / Труды конференции 3-7 марта 1959 г. Под ред. И. И. Туманова, П. А. Генкель, Б. П. Строгонова. – М. : Издательство Академии наук СССР, 1960. – С.714.
7. *Моргун В. В.* Особенности отбора на морозостойкость в гибридных популяциях озимой пшеницы / В. В. Моргун, В. Ф. Логвиненко, В. С. Кравец // Физиология и биохимия культур. раст. – 2000. – № 6 (32). – С. 439 – 443.
8. Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України / Під ред. В. Т. Колючого, В. А. Власенка, Г. Ю. Борсука. – К. : Аграрна наука, 2007. – С. 118 – 140.
9. *Адаменко Т. І.* Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернове господарство / Т. І. Адаменко // Агроном. – 2006. – № 3. – С. 12 – 15.
10. Салтыковский М. И. Журнал опытной агрономии Юго-Востока / М. И. Салтыковский, 1929.
11. *Куперман Ф. М.* Збірник по зимостійкості озимих пшениць / Ф. М. Куперман, М. І. Кучерява / Укр. інст. зернового господарства, 1936.
12. *Мельцер Р. Ф.* Морфофизиологическая характеристика различных типов высокопродуктивных пшениц. Автореф. дис. канд. биол. наук / Р. Ф. Мельцер. МГУ, 1967. – 23 с.
13. Физиология сельскохозяйственных растений / Гл. ред. Б. А. Рубин. – МГУ им. М. В. Ломоносова. Изд-во Моск. унив., 1969. – Т. 4. – С. 432–436.
14. Визначення морозостійкості сортів. Озима пшениця : ДСТУ ХХХХ-

- 1 : RRRRR. – (проект, перша редакція). – [розробники: В. Долгополова, В. Иванова, В. Кириченко, В. Петренко, Н. Рябчун та ін.]. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 21 с.
15. Пат. 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 УААН. – №38732; заявл.15.05.2009; опубл. 12.01.2009, Бюл. № 1.
 16. *Кучерявая М. И.* Метод определения морозостойкости озимых зерновых культур путем закаливания семян / М. И. Кучерявая // *Селекция и семеноводство*. – К., 1971. – Вип. 18. – С. 8 – 13.
 17. *Барашкова З. А.* Определение морозостойкости озимых и зимующих культур методом промораживания проростков / З. А. Барашкова // *Методические указания*. – Л. : ВИР, 1983.
 18. *Паушева З. П.* Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – М.: Колос, 1974. – С. 213 – 216.
 19. *Горя В. С.* Алгоритмы математической обработки результатов исследований / В. С. Горя. – Кишинев : Штиинца, 1978. – 118 с.
 20. *Нейфах С. А.* Механизмы клеточной интеграции в процессе биогенеза митохондрий / С. А. Нейфах // *Генетические функции органоидов цитоплазмы*. – Л., 1974. – С 58 – 70.
 21. *Трунова Т. И.* Влияние ингибиторов белкового синтеза на морозостойкость озимой пшеницы / Т. И. Трунова, Г. Н. Зверева // *Физиол. растений*. – 1977. – Т. 24, № 2. – С. 395 – 401.
 22. *Войников В. К.* Температурный стресс и митохондрии растений / В. К. Войников. – Новосибирск : Наука, 1987. – 132 с.
 23. *Колоша О. И.* Синтез белка при отрицательных температурах у различных по морозостойкости сортов озимой пшеницы // *Докл. АН УССР*. – 1978. – Б. № 10. – С. 938 – 941.
 24. *Weidner M.* Preadaptation of protein synthesis in wheat seedlings to high temperature / M. Weidner, C. Ziemens // *Plant Physiol.* – 1975. – Vol. 69, № 5. – P. 590 – 594.
 25. *Кунах В. А.* Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи / В. А. Кунах. – К. : Логос, 2005. – 730 с.

Исследовано последствие критических температур вымерзания на проявление морозостойкости пшеницы озимой в зависимости от сорта.

Residual effects of critical temperatures of winterkill on expression of winter wheat frost-resistance depending on variety have been investigated.