

## ВПЛИВ ПРОМОРОЖУВАННЯ НА НАСІННЯ ЗРАЗКІВ МАЛОПОШИРЕНИХ ВИДІВ ПШЕНИЦІ

Скориходов М. Ю., Богуславський Р. Л.

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

Охарактеризовано реакцію насіння представників малопоширених видів пшениці – однозернянки, полби та спельти на проморожування за температури  $-20^{\circ}\text{C}$  за показниками енергії проростання, схожості, довжини проростків і первинних корінців у зв'язку з його тривалим зберіганням. Встановлено, що проморожування у більшості варіантів досліду або позитивно впливає, або не впливає на означені показники, причому позитивний вплив більш сильний на ослаблене насіння.

*Ключові слова:* пшениця, однозернянка, полба, спельта, насіння, зберігання, проморожування, енергія проростання, схожість, проростки

Тривале зберігання насіння зразків генетичного різноманіття рослин є однією з основ забезпечення селекційних програм вихідним матеріалом, що у великій мірі обумовлює успіх селекції. Стародавні види пшениці – однозернянка, полба та спельта несуть комплекси генів, що обумовлюють цінні поживні і адаптивні властивості пшениці, тому все частіше залучаються до селекції як джерела цих ознак [1]. Разом з цим, у світі в останній час зростає інтерес до їх промислового вирощування як самостійних культур. Це обумовлює актуальність досліджень довговічності насіння за різних режимів тривалого зберігання. Світовий досвід [2] свідчить, що зберігання насіння у підсушеному стані за від'ємної температури порядку  $-20^{\circ}\text{C}$  дозволяє підтримати життєздатність насіння упродовж періоду до 100 років. Цей режим упроваджено у Національному сховищі насіння зразків генофонду рослин України, що функціонує при Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва.

Попередніми дослідженнями встановлено, що проморожування за температури  $-20^{\circ}\text{C}$  може бути використано для підвищення енергії проростання та схожості насіння різних культур, ослабленого внаслідок несприятливих умов дозрівання або довготривалого зберігання [3, 4].

Разом з цим, 25-річний досвід зберігання у Національному сховищі свідчить про неоднакову, у деяких випадках негативну реакцію насіння на цей режим у залежності від генотипу, стану насіння у момент закладки та інших чинників [5]. Практично немає відомостей про вплив наявності лусок або їх відсутності у так званих «плівчастих» видів пшениці на довговічність насіння у зберіганні.

У зв'язку з цим, **метою** нашого дослідження було встановити вплив проморожування на насіння зразків малопоширених видів пшениці – однозернянки, спельти та полби у порівнянні з сучасними сортами м'якої та твердої пшениць.

**Матеріал, методи та умови проведення досліджень.** Як матеріал для дослідження використано зразки пшениці з Національного генбанку рослин України, що належали до трьох рівнів плоідності і відрізнялись за легкістю вимолоту зернівок. Диплоїдний рівень ( $2n=14$ ) представлено зразками: культурної однозернянки *Triticum monococcum* L. (UA0300439, Угорщина), що має важкий вимолот; вивчалось насіння не вимолочене (у лусках) і вимолочене вручну; *T. sinskajae* A. Filat. et Kurk. (UA0300224, Росія) – виду з полегшеним вимолотом, вивчалось насіння, вимолочене механічним способом. Тетраплоїдний рівень ( $2n=28$ ) представлено зразками: полби (культурна двозернянка, *T. dicoccum* Schuebl. (Schrank)): сортом Полба 3 (UA0300183, Росія), що має важкий вимолот, вивчалось насіння не вимолочене (у лусках) і вимолочене вручну; сортом

Голіковська (UA0300406, Україна), що характеризується легким вимолотом, вивчалось насіння, вимолочене механічним способом; сортом пшениці твердої Спадщина (Україна) – насіння вимолочено механічним способом. Гексаплоїдний рівень (2n=42) представлено зразками: спельти (*T. spelta* L.) сорту Frankenkorn (UA0300103, Німеччина), у якого вивчали насіння не вимолочене (у лусках) і вимолочене вручну; пшениці м'якої Харківська 26 (UA01064121, Україна) – насіння вимолочено механічним способом.

По сортах Харківська 26, Спадщина, Голіковська; Поба 3 та Frankenkorn – варіанти у лусках вивчали насіння трьох років репродукції: 2014, 2015 та 2016 рр.; по сортах Полба 3 Frankenkorn з ручним вимолотом – насіння 2015 і 2016 рр.; по *T. monococcum* і *T. sinskaje* – насіння 2014 і 2016 рр.

З років досліджень 2014 і 2016 рр. характеризувались опадами у період досягання зерна, що є несприятливим для його подальшого зберігання; у 2015 р. насіння дозріло в умовах відсутності опадів, отже, як передбачалось, було більш здатним до зберігання.

Насіння досліджуваних зразків висушували сухим повітрям за допомогою приладу фірми Munters (Швеція) до вологості 7 % та витримували у герметично закритій тарі в морозильній камері за температури –20 °С упродовж місяця.

Після цього насіння витримували за кімнатної температури протягом однієї доби і пророщували. На третій день визначали енергію проростання, на сьомий день – схожість, і одночасно заміряли довжину первинних корінців і ростків.

Контрольний і дослідний варіанти закладали у триразовому повторенні, по 100 насінин у кожному. По кожному показнику розраховували середню арифметичну величину та середню помилку, достовірність різниці між середніми визначали за допомогою t-критерія.

Ступінь зміни показників енергії проростання, схожості насіння, довжини паростків і коренів під впливом досліджуваного чинника – проморожування у порівнянні з контролем оцінювали за індексом впливу, який застосовується при вивченні реакції рослин на стресові чинники [6]. Його розраховували за формулою:

$$= \frac{x1 - x2}{x2} * 100\%$$

Де, I – індекс впливу чинника;

x1 – середні показники досліджуваного;

x2 – середні показники контролю;

Додатні значення індексу означають зростання показника, тобто позитивний вплив досліджуваного чинника; від'ємне значення – зменшення показника, отже негативний вплив чинника.

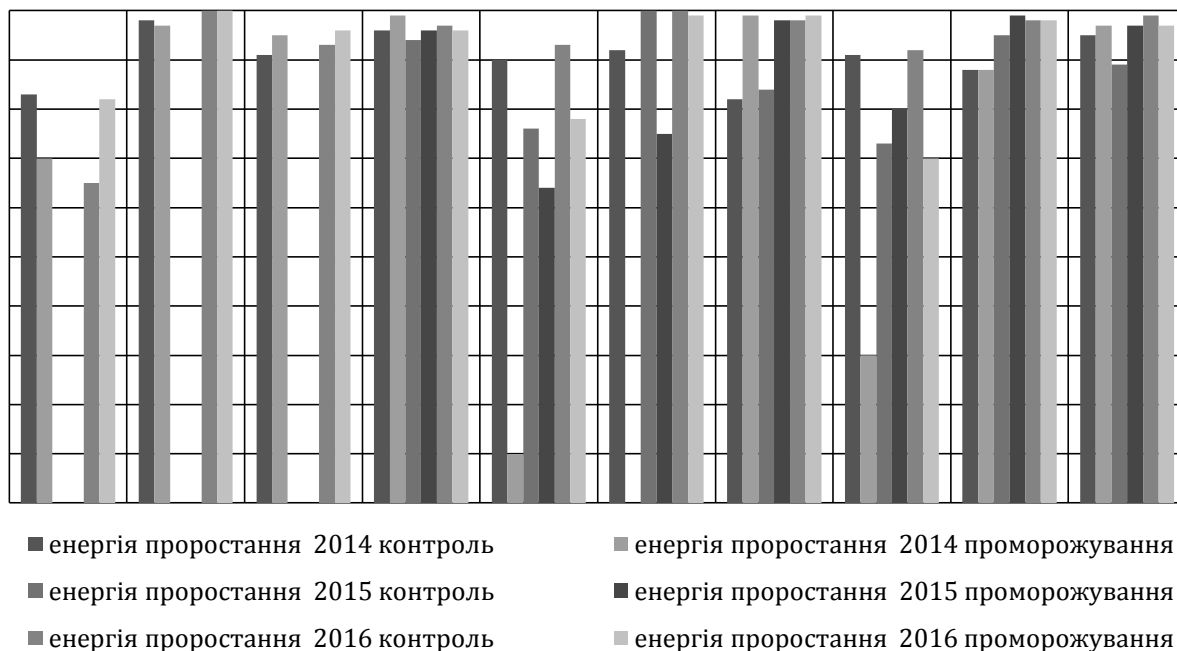
**Результати.** Показники енергії проростання, схожості, довжини проростків і корінців представлено на рис. 1–4, індекси впливу проморожування на ці показники – на табл. 1 і 2.

За абсолютною величиною індекси впливу проморожування на енергію проростання насіння у всіх вивчених зразків більші, ніж індекси впливу на схожість. Отже, енергія проростання більш чітко, ніж схожість, визначає силу і напрям дії цього чинника на насіння.

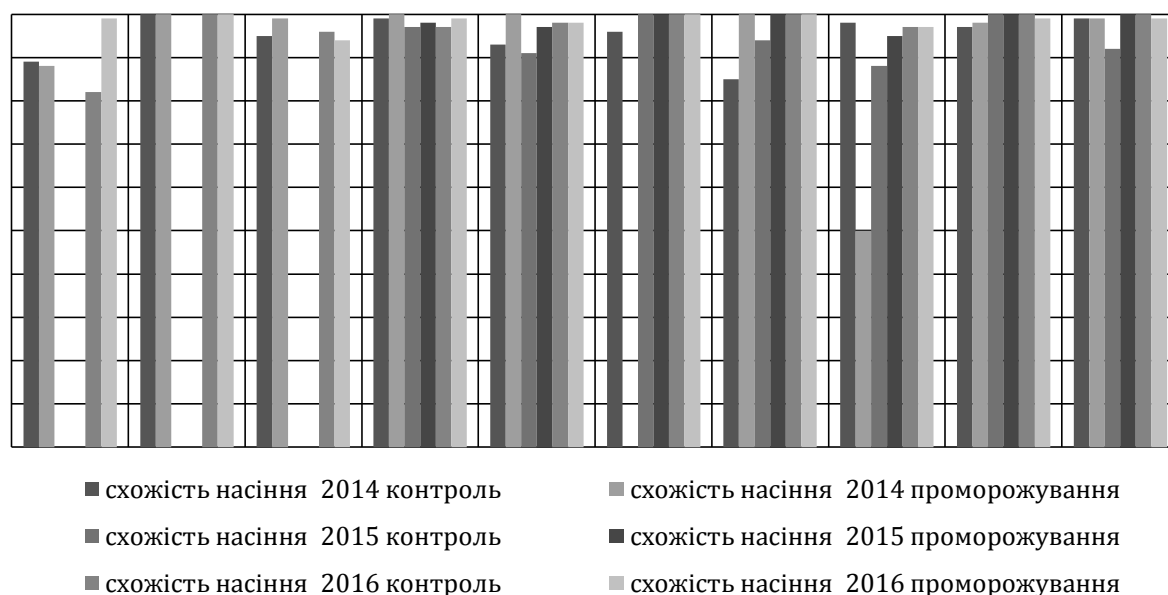
За показниками енергії проростання та схожості у півчастих видів невимолочене насіння у більшості випадків було більш чутливим до дії проморожування, ніж насіння без лусок: за абсолютною величиною індекси у першому варіанті були більшими, ніж у другому. Виключенням є енергія проростання насіння сорту Полба 3 репродукції 2015 р., де співвідношення було протилежним, та схожість у 2016 р., де в обох варіантах впливу не було.

Проморожування завдало суттєво **позитивного впливу**: у диплоїдних пшениць *T. monococcum* (як невимолоченого, так і без лусок) і *T. sinskaje* – на довжину корінців і проростків з насіння репродукції 2016 р.; у першого з цих видів – також на схожість, не вимолоченого насіння тієї ж репродукції. У тетраплоїдного виду *T. dicoccum* Голіковська (насіння від механічного обмолоту) відмічено позитивний вплив на обидва морфометричні показники проростків у насіння репродукцій 2014 і 2015 рр.; у *T. dicoccum* Полба 3, не вилущеного насіння – на схожість насіння 2014 і 2015 рр. (невелике збільшення індексу);

на довжину корінців і проростків з насіння репродукцій 2014 і 2016 рр.; у вилученого насіння – ті ж показники насіння 2016 р. У *T. durum* Спадщина проморожування позитивно впливало на енергію проростання та схожість – 2014 та 2015 рр., на довжину корінців і проростків – у 2014 р., довжину проростків – у 2016 р. У гексаплоїдного виду *T. spelta* Frankenkorn мав місце певний позитивний вплив на енергію проростання та схожість невилученого насіння репродукції 2015 р., на довжину корінців і проростків у насіння 2014 і 2016 рр.; у вилученого насіння – на обидва показники у 2016 р.; у *T. aestivum* Харківська 26 – на енергію проростання та схожість насіння репродукції 2015 р., довжину корінців – 2014 і 2016 рр., довжину проростків – 2016 р.

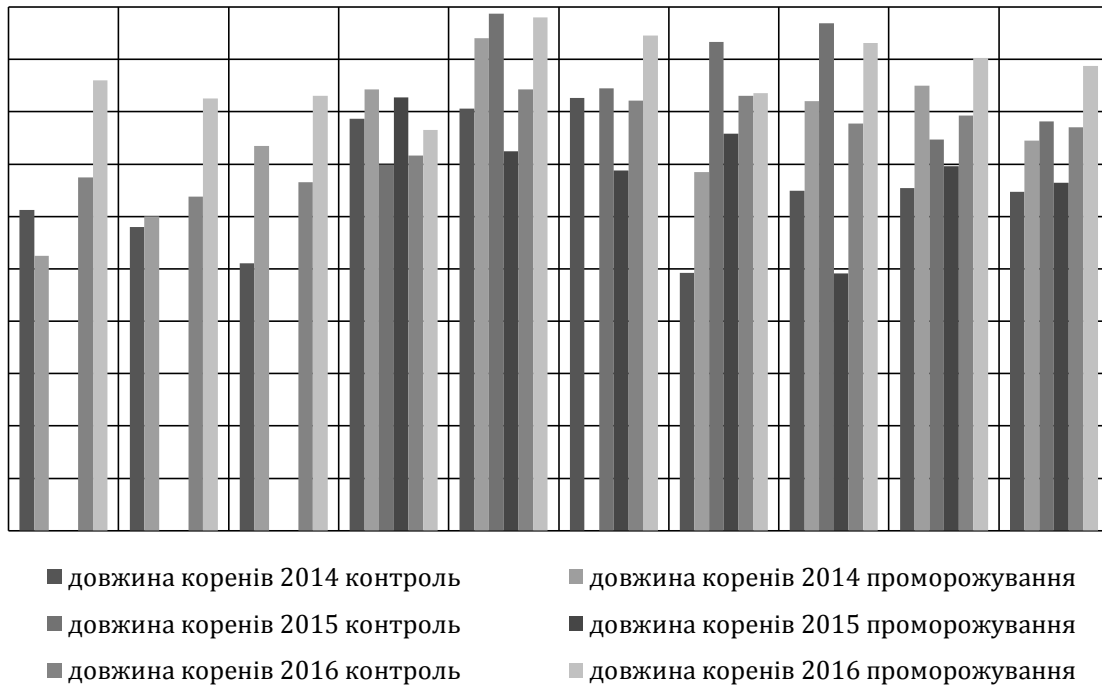


**Рис. 1.** Енергія проростання насіння у контролі та після дії проморожування, %

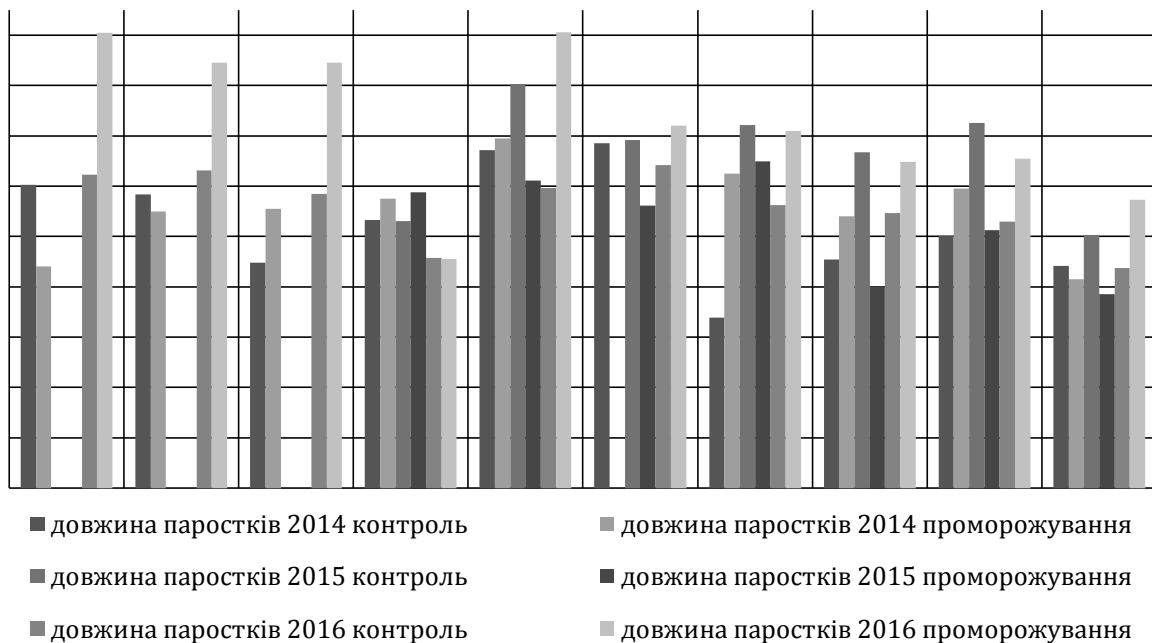


**Рис 2.** Схожість насіння у контролі та після дії проморожування, %

Проморожування завдало суттєво **негативного впливу** на схожість, довжину корінців і проростків не вимолоченого насіння *T. thopocossim* репродукції 2014 р., схожість насіння 2016 р.; у *T. dicossim* Полба 3, на енергію проростання не вимолоченого насіння всіх трьох років репродукції, той же показник вимолоченого насіння – у 2015 р.



**Рис. 3.** Довжина первинних корінців з насіння у контролі та після дії проморожування, см



**Рис. 4.** Довжина паростків з насіння у контролі та після дії проморожування, см

Звертає на себе увагу суттєво негативний вплив довжину корінців і проростків з насіння 2015 р. сортів Полба 3 (не вимолоченого та без лусок) і Спадщина. Те саме спостерігалось у спельти Frankenkorn не вимолоченого та вимолоченого насіння та *T. aestivum* Харківська 26. Крім того, у не вимолоченого насіння спельти відбулось зниження енергії проростання та схожості насіння 2014 р. і першого з цих показників – у 2016 р.

Загальна кількість індексів у всіх вивчених зразків за три роки по всіх варіантах дослідів за даними таблиць 1 і 2 становить 100. З них 38 відповідали суттєво позитивному впливу чинника, 22 – негативному впливу, решта 40 – недостовірним змінам показника у той чи інший бік, тобто відсутністю реакції (табл. 3). Отже, в цілому частіше спостерігається позитивний вплив проморожування на насіння або відсутність реакції, ніж негативний вплив.

**Таблиця 1.** Індекси впливу проморожування на енергію проростання та схожість насіння у залежності від років репродукції, %

Вид, сорт, наявність лусок	2014		2015		2016	
	енергія проростання	схожість	енергія проростання	схожість	енергія проростання	схожість
<i>T.monococcum</i> у лусках	-15,7*	-1,1	-	-	-15,4*	20,7*
<i>T.monococcum</i> без лусок	-1,0	0,0	-	-	0,0	0,0
<i>T.sinskaje</i>	4,4	4,2	-	-	-3,2	-2,1
<i>T. dicoccum</i> Голіковська	3,1	1,0	2,1	1,0	-1,0	2,1
<i>T. dicoccum</i> Полба 3 у лусках	-88,9*	7,6*	-15,8*	6,6	-16,1*	0,0
<i>T. dicoccum</i> Полба 3 без лусок	-	-	-25,0*	0,0	-1,0	0,0
<i>T. durum</i> Спадщина	20,7*	17,6*	16,7*	6,4	1,0	0,0
<i>T. spelta</i> Frankenkorn у лусках	-67,0*	-49,0*	9,6*	8,0*	-23,9*	0,0
<i>T. spelta</i> Frankenkorn без лусок	-	-	4,2	0,0	0,0	-1,0

Аналіз сум індексів усіх показників по роках показує, що у роки з більшою кількістю опадів у період досягання – 2014 і 2016 – співвідношення (суттєво позитивні + несуттєві) : негативні становить відповідно 25 : 7 та 37 : 3, у рік з більш сухим періодом досягання (2015) – 15 : 13. Таким чином, насіння, що достигло у більш вологих умовах, отже у якого порушено спокій, в цілому за чотирма показниками або реагує на проморожування позитивно, або практично не реагує на нього. Насіння, яке добре визріло і знаходиться у стані спокою, або не реагує на проморожування, або реагує негативно.

**Таблиця 2.** Індекси впливу проморожування насіння на морфометричні показники паростків з в залежності від років репродукції, %

Вид, сорт, наявність лусок	2014		2015		2016	
	довжина					
	корінців	проростків	корінців	проростків	корінців	проростків
<i>T.monococcum</i> у лусках	-14,3*	-27,0*	-	-	27,4*	45,4*
<i>T.monococcum</i> без лусок	3,4	-5,8	-	-	29,4*	33,8*
<i>T.sinskaje</i>	44,0*	24,0*	-	-	24,8*	44,4*
<i>T. dicoccum</i> Голіковська	7,1*	8,0*	18,4*	10,7*	6,8	-0,5
<i>T. dicoccum</i> Полба 3 у лусках	16,6*	3,4	-26,6*	-23,8*	16,3*	51,9*
<i>T. dicoccum</i> Полба 3 без лусок	-	-	-18,5*	-18,9*	15,0*	12,2*
<i>T. durum</i> Спадщина	39,1*	84,4*	-18,8*	-9,9*	0,6	26,2*
<i>T. spelta</i> Frankenkorn у лусках	26,3*	18,9*	-49,3*	-40,1*	19,8*	18,7*
<i>T. spelta</i> Frankenkorn без лусок	-	-	-6,8	-29,3*	13,9*	23,6*
<i>T. aestivum</i> Харківська 26	15,1*	-6,1	-15,0*	-23,5*	15,3*	30,9*

Доцільно порівняти суми індексів для двох груп ознак: 1) енергія проростання та схожість, 2) довжина проростків і довжина первинних корінців (морфометричні показники). Зокрема, співвідношення [кількість позитивних індексів : кількість індексів, що відповідають несуттєвим змінам показника : кількість негативних індексів] становить для першої групи показників 9 : 32 : 9, для другої групи показників – 29 : 8 : 13. Отже, на показники енергії проростання та схожості проморожування частіше за все не впливає суттєво, рідше впливає позитивно, тоді як на морфометричні показники частіше спостерігається позитивний вплив, рідше відсутність впливу.

Були розраховані коефіцієнти парної кореляції між показниками у контрольному та дослідному варіантах за усі роки досліджень і за кожен рік. У таблиці 4 показано достовірні та значущі коефіцієнти кореляції, незначні замінені ризикою.

**Таблиця 3.** Кількості індексів, що відповідають різному характеру впливу проморожування на показники насіння та паростків у залежності від умов року, 2014 – 2016 рр.

Характер впливу проморожування на насіння	2014 р.	2015 р.	2016 р.	Разом
Позитивний	13	7	18	38
Негативний	6	13	3	22
Несуттєвий (відсутність впливу)	13	8	19	40
<b>Позитивний + несуттєвий</b>	<b>26</b>	<b>15</b>	<b>37</b>	<b>78</b>
<b>Негативний</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>22</b>

**Таблиця 4.** Достовірні і значущі коефіцієнти кореляції ( $r$ ) між показниками насіння і паростків у контрольному та дослідному (проморожування) варіантах, 2014, 2015, 2016 рр.

Показник у контрольному варіанті	Показник у дослідному варіанті	Коефіцієнт кореляції $r$			
		об'єднаний показник за 3 роки	2014	2015	2016
Енергія проростання	енергія проростання	–	–	–	0,56
	схожість	-0,38	–	-0,80	-0,94
Схожість	схожість	-0,50	–	-0,93	0,48
	довжина корінців	–	–	0,60	-0,44
Довжина корінців	енергія проростання	–	-0,58	0,71	–
	схожість	–	–	0,66	–
	довжина корінців	-0,72	–	-0,85	-0,69
	довжина проростків	-0,46	-0,45	–	–
Довжина проростків	довжина корінців	-0,61	-0,68	–	0,50
	довжина проростків	-0,52	-0,75	–	–

Загальна кількість коефіцієнтів кореляції за 2014–2016 рр. становить 30. 10 з них є від'ємними, 4 – додатніми, 14 не суттєво відрізняються від нуля, тобто зв'язок відсутній. З 10 коефіцієнтів кореляції, розрахованих за об'єднаними даними за три роки, шість є від'ємними, переважно середніми, чотири несуттєво відрізняються від нуля. Зокрема, тісний негативний зв'язок спостерігався між енергією проростання у контролі та схожістю після проморожування у 2015 і 2016 рр., між схожістю у контролі та схожістю після проморожування у 2015 р., між довжиною корінців у контролі та цим показником після проморожування у 2015 і 2016 рр. та за об'єднаними даними, між довжиною проростків у контрольному та дослідному варіантах у 2014 р. Такі коефіцієнти означають, що чим менші значення показників має насіння у контрольному варіанті, отже чим більш ослабленим воно є, тим більшим є позитивний вплив на нього проморожування. Іншими словами, саме ослаблене насіння є більш чутливим до позитивної дії проморожування. Це підтверджує результат, одержаний і в результаті аналізу індексів, а також підтверджує дані, одержані на інших культурах [3,5]. Позитивний зв'язок вище середнього спостерігався між схожістю у контролі та довжиною корінців після проморожування, довжиною корінців у контролі з одного боку та енергією проростання і схожістю після проморожування – з другого боку у 2015 р. Отже, у сприятливий рік ці показники змінюються в одному напрямі і паралельно.

Пояснити позитивний вплив проморожування на насіння, особливо з пониженою життєздатністю, можна руйнуванням під дією низьких температур інгібіторів, перш за все абсцизової кислоти, а також активізацією гіберелінів [7].

Можливий негативний ефекти проморожування на насіння слід урахувати при довготривалому зберіганні насіння пшениці за від'ємних температур.

**Висновки.** Проморожування частіше обумовлює збільшення показників життєздатності насіння та морфометричних характеристик паростків з нього або відсутність реакції, ніж негативну реакцію. Причому, на морфометричні показники паростків переважає позитивний вплив, тоді як енергія проростання та схожість змінюються несуттєво.

Позитивний вплив проморожування на насіння тим більш сильний, чим нижчі показники проростання воно має у контрольному варіанті, тобто чим більш ослаблено. Насіння з високими вихідними показниками або не реагує на проморожування, або може реагувати негативно.

Енергія проростання більш чітко, ніж схожість, характеризує силу і напрям дії проморожування на насіння.

За показниками енергії проростання та схожості у півчастих видів невимолочене насіння у більшості випадків було більш чутливим до дії проморожування, ніж насіння без лусок.

### Список використаних джерел

1. Longin C. F. H., J. Ziegler, R. Schweiggert, P. Koehler, R. Carle and T. Würschum. Comparative Study of Hulled (Einkorn, Emmer, and Spelt) and Naked Wheats (Durum and Bread Wheat): Agronomic Performance and Quality Traits. *Crop Science*, 2015. Vol. 56 No. 1. P. 302-311.
2. Стандарты банков генов генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Рим. ФАО, 2015, 180 с.
3. Лінник Ю. О. Вплив проморожування на життєздатність насіння різних культур і сортів / Ю. О. Лінник // Біологія: від молекули до біосфери : матеріали V міжнародної конференції молодих науковців (Харків, 22-25 листопада). – Х., 2010. – С. 273-275.
4. Патент на корисну модель «Спосіб підвищення життєздатності насіння сільськогосподарських культур шляхом заморожування» / Ю. О. Лінник, В. К. Рябчун, Р. Л. Богуславський ; Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. – № 50130 ; дата подання заявки 07.12.2009 ; опубл. 25.05.2010.
5. Лінник Ю. О. Вплив від'ємної температури на показники життєздатності насіння / Ю. О. Лінник // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – Полтава, 2010. – № 3 (58). – С. 175-179.
6. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство). Под ред. Г.В. Удовенко. Л., ВИР, 1988. – 228 с.
7. Ellenberg H., Esser K., Merxmüller H., Schnepf E., Ziegler H. editors. *Progress in Botany. Morphology. Physiology. Genetics. Taxonomy. Geobotany.* Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, 1978. 496 p.

### References

1. Longin C. F. H., J. Ziegler, R. Schweiggert, P. Koehler, R. Carle and T. Würschum. Comparative Study of Hulled (Einkorn, Emmer, and Spelt) and Naked Wheats (Durum and Bread Wheat): Agronomic Performance and Quality Traits. *Crop Science*, 2015. Vol. 56 No. 1. P. 302-311.
2. Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome. FAO. 2015. 180 p.
3. Linnyk Yu. O. Effect of freezing on the seed viability of different crops and varieties. *Biologia: vid molekuly do biosfery: materialy V mizhnarodnoi konferentsii molodykh naukovtsiv* (Kharkiv, 22-25 lystopada). – Kh., 2010. – S. 273-275.
4. Patent for utility model "A methods to increase the viability of seeds of agricultural crops by freezing". Yu. A. Lynnyk, V.K. Ryabchun, R. L. Boguslavsky; Plant Production Institute nd. V. Ya. Yuriev of UAAS, No. 50130; Date of application submission 07.12.2009; has published 25.05.2010.
5. Linnyk Yu. O. Influence of negative temperature on indicators of seeds viability. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii.* – Poltava, 2010. – No. 3 (58). – С. 175-179.

6. Diagnosis of plants resistance to stressful actions (methodical guidance). G.V. Udovenko editor. L. VIR, 1988. 228 s.
7. Ellenberg H., Esser K., Merxmüller H., Schnepf E., Ziegler H. editors. Progress in Botany. Morphology. Physiology. Genetics. Taxonomy. Geobotany. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, 1978. 496 p.

## **ВЛИЯНИЕ ПРОМОРАЖИВАНИЯ НА СЕМЕНА ОБРАЗЦОВ МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫХ ВИДОВ ПШЕНИЦЫ**

**Скороходов М. Ю., Богуславский Р. Л.**

Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН, Харьков, Украина

*Ключевые слова:* пшеница, однозернянка, полба, спельта, семена, хранение, промораживание, энергия прорастания, всхожесть, проростки

Охарактеризована реакция на промораживание при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  семян представителей редких видов пшеницы – однозернянки, полбы и спельты по показателям энергии прорастания, всхожести, длины проростков и первичных корешков в связи с длительным хранением семян. Установлено, что промораживание в большинстве вариантов опыта либо положительно влияет, либо не влияет на указанные показатели, причем положительное влияние более сильное на ослабленные семена.

**Цель** – установить влияние промораживания на семена образцов редких видов пшеницы - однозернянки, спельты и полбы в сравнении с современными сортами мягкой и твердой пшениц.

**Материал и методика.** В качестве материала использованы образцы видов пшеницы трех уровней ploidy, различающиеся по легкости вымолота зерновок: диплоидные ( $2n = 14$ ): образцы культурной однозернянки *Triticum monococcum* L. (пленчатый), *T. sinskajae* A. Filat. et Kurk. (с легким вымолотом); тетраплоидные ( $2n = 28$ ) – образцы полбы (*T. dicoccum* Schuebl. (Schrank) сортов Полба 3 (пленчатый) и Голиковская (с легким вымолотом) и пшеницы твердой Спадщина; гексаплоидные ( $2n = 42$ ) – образцы спельты (*T. spelta* L.) Frankenkorn, пшеницы мягкой Харьковская 26. У пленчатых образцов анализировали семена не вымолоченные (в чешуях) и вымолоченные вручную. Семена высушивались до влажности 7 %, помещались в герметически закрытую тару и в течение месяца хранились при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ . Контрольные семена хранились в бумажных пакетах в комнатных условиях. Анализировали семена репродукций трех лет, из которых 2014 и 2016 гг. характеризовались повышенной суммой осадков в период созревания, 2015 был сухим. В опытных и контрольных вариантах определяли энергию прорастания и всхожесть семян, длину проростков и первичных корешков.

**Результаты исследований.** Промораживание чаще обуславливает увеличение показателей жизнеспособности семян и морфометрических характеристик проростков из них, чем отрицательную реакцию. Причем, на морфометрические показатели проростков преобладает положительное влияние, тогда как энергия прорастания и всхожесть меняются незначительно. Положительное влияние промораживания на семена тем сильнее, чем больше они ослаблены. Семена с высокими исходными показателями или не реагируют на промораживание, или могут реагировать отрицательно. Энергия прорастания более четко, чем всхожесть, определяет силу и направление действия промораживания на семена. По показателям энергии прорастания и всхожести у пленчатых видов невымолоченные семена в большинстве случаев более чувствительны к действию промораживания, чем семена, лишенные чешуй.

**Выводы.** Промораживание в течение месяца при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  в большинстве случаев либо оказывает положительное действие на семена, либо не оказывает существенного влияния, но может действовать и отрицательно. Причем положительное действие ска-



зывается прежде всего на ослабленных семенах, созревших в условиях повышенной влажности. Это нужно учитывать при долговременном хранении семян пшеницы при отрицательных температурах.

## INFLUENCE OF FREEZING ON SEEDS OF UNDERUTILIZED WHEAT SPECIES

*Skorokhodov M.Yu., Bohuslavskiy R.L.*

Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuriev of NAAS, Kharkiv, Ukraine

*Key words:* wheat, eincorn, emmer, spelt, seed, storage, freezing, germination energy, germination rate, sprouts

The response of seeds of underutilized wheat species – eincorn, emmer and spelt to freezing at  $-20^{\circ}\text{C}$  is characterized by levels of germination energy and rate, sprout and primary root lengths in connection with long-term storage of seeds. It was established that in the most of experiments freezing had either a positive effect or no effect on these parameters, with a stronger positive effect on weakened seeds.

**The purpose** was to determine the effect of freezing on seeds of underutilized wheat species – eincorn, emmer and spelt in comparison with modern varieties of bread and durum wheats.

**Material and Methods.** Accessions of wheat species of three ploidy levels differing by the ease of grain threshing were used as the test material. Diploid ( $2n = 14$ ): accessions of domestic eincorn *Triticum monococcum* L. (hulled), *T. sinskajae* A. Filat. et Kurk. (easy threshing); tetraploid ( $2n = 28$ ): accessions of *T. dicoccum* Schuebl. (Schrack) - varieties Polba 3 (hulled) and Holikovska (easy threshing) and durum wheat Spadshchyna; hexaploid ( $2n = 42$ ): spelt accessions (*T. spelta* L.) Frankenkorn, bread wheat Kharkivska 26. In hulled accessions, we analyzed seeds in hulls as well as hand-threshed seeds. Seeds were dried to a water content of 7%, placed in hermetically sealed containers and stored for a month at  $-20^{\circ}\text{C}$ . Control seeds were stored in paper bags in the room conditions. Seeds harvested in three years were studied, of which 2014 and 2016 were characterized by high amounts of precipitation during the ripening period, whereas 2015 was dry. The germination energy and rate as well as the lengths of sprouts and primary roots were determined.

**Results.** Freezing increased the viability of seeds and morphometric characteristics of sprouts derived from them rather than caused a negative response. Moreover, the morphometric indices of sprouts were frequently positively affected, while the germination energy and rate changed insignificantly. The weaker seeds were, the stronger the positive effect of freezing on them was. Seeds with high initial indices of the viability either did not respond to freezing or responded negatively. The germination energy more clearly than the germination rate determined the strength and tendency of the freezing action on seeds. In terms of the germination energy and rate, non-threshed seeds of the hulled species were in most cases more susceptible to the freezing action than seeds without hulls.

**Conclusions.** One-month freezing at  $-20^{\circ}\text{C}$ , in a most cases, had either a positive effect or no effect on seeds. At the same time, it could also affect negatively. Moreover, the positive effect was more manifested on weakened seeds, which had ripened under increased humidity. This should be taken into account upon long-term storage of wheat seeds at negative temperatures.