

УДК 633.11:575.153

Січняк О. Л.¹, канд. біол. наук, доц., Файт В. І.², канд. біол. наук, зав. відділом, Нагуляк О. І.², наук. співр.

¹ Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, каф. генетики та молекулярної біології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

² Селекційно-генетичний інститут — Національний центр насіннезнавства та сортовивчення, відділ генетики та відділ стійкості до абіотичних факторів, Овідіопольська дор., 3, Одеса, 65036, Україна

ЕФЕКТИ АЛОПЛАЗМ НА МОРОЗОСТІЙКІСТЬ ПАРОСТКІВ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ

Дослідження, проведені на алоплазматичних лініях трьох сортів озимої м'якої пшениці показали, що існують суттєві впливи цитоплазми на ознаку морозостійкості рослин на стадії паростків. Прояв цих ефектів в значній мірі залежить від взаємодії цитоплазми з ядерними геномами. Цитоплазми ярих пшениць можуть бути додатковим джерелом підвищення морозостійкості.

Ключові слова: пшениця, егілопс, алоплазма, морозостійкість.

Дослідження генетичної детермінації морозостійкості у озимої пшениці та тритикале [1] дало можливість з'ясувати, що в генетичній системі досліджених зразків пшениці спостерігається переважно адитивна дія генів, що контролюють морозостійкість. Статистично вірогідні відмінності реципрокних ефектів дають підставу припускати наявність цитоплазматичної спадковості. У тритикале більша частка генетичної варіанси обумовлена неалельними взаємодіями і менша — адитивною дією генів [1]. Це пояснює той факт, що добір морозостійких форм у популяціях тритикале малоефективний. У генофонді тритикале важко знайти джерела морозостійкості з доброю комбінаційною здатністю. Такі ж результати отримали V. W. Poysa et al. [2], вивчаючи морозостійкість у октоплоїдних тритикале і їх батьківських форм на півдні провінції Онтаріо (Канада). Однак деякі автори [3, 4] здобули свідчення на користь того, що тритикале можуть слугувати передаточною ланкою при переносі в пшеницю генів, які обумовлюють морозостійкість жита. При цьому були виявлені суттєві цитоплазматичні ефекти. Шляхом віддаленої гібридизації вдається перенести в пшеницю тільки частину генетичної інформації жита, що забезпечує стійкість до абіотичних та біотичних факторів середовища. При цьому генотип інтрогресивної лінії пшениці може мати високий ступінь стійкості, яка все ж не дорівнює стійкості жита та не володіє гомеостазом роду-донора [5].

Вивчення холодо- і морозостійкості у пшенично-чужорідних амфіплоїдів, а також їх гібридів з пшеницею показало, що ці ознаки контролюються як адитивними, так і домінантними генами [6-8]. Разом з тим стверджувалося, що цитоплазма має незначний прямий ефект на експресію генів, які

визначають холодостійкість [9]. Гібридизація пшениці з пшенично-чужорідними амфіплоїдами останнім часом набуває все більш широкого застосування для інтрогресії в пшеницю генів, що визначають стійкість до абіотичних та біотичних факторів довкілля, тому нами зроблена спроба оцінити роль цитоплазми в експресії генів, які визначають морозостійкість. Першим етапом цієї роботи є дослідження пшениці та її алоплазматичних ліній в ювенільну стадію онтогенезу.

Матеріали та методи

Вихідним матеріалом для досліджень слугував набір (табл.) алоплазматичних ліній трьох сортів озимої м'якої пшениці, створений у Миронівському НДІ пшениці та люб'язно наданий їх автором — В. А. Власенко, а також рекурентні батьківські сорти Донська напівінтенсивна, Миронівська 808 та Миронівська Ювілейна. Морозостійкість визначали шляхом проморожування паростків в рулонах фільтрувального паперу [10]. Для досліду використовували десятиденні паростки, вирощені за оптимальних умов. Після загартування протягом 10 діб при $+2^{\circ}\text{C}$ і цілодобовому освітленні температуру поступово знижували протягом трьох діб до -6°C у темряві. Потім швидкість зниження температури доводили до 2°C на годину і при температурі -11°C тримали паростки протягом 24 годин. Перед переходом до негативних температур воду зливали. Після відтаювання рослин витримували в оптимальних умовах і через два тижні оцінювали фенотип. Повторність досліду трикратна. Статистичну обробку виконували методом однофакторного дисперсійного аналізу [11]. Для цього процент рослин, які не загинули після проморожування, обробляли за формулою: $\varphi = 2 \arcsin \sqrt{p}$.

Результати і обговорення

Проведений однофакторний дисперсійний аналіз довів суттєвий вплив ($P \leq 0,01$) як цитоплазм диких співродичів пшениці, так і генетичного матеріалу ядра на рівень морозостійкості алоплазматичних ліній трьох сортів озимої м'якої пшениці. Результати проморожування свідчать, що більшість цитоплазм (табл.) істотно ($P \leq 0,01$ і $P \leq 0,05$) знижували рівень морозостійкості алоплазматичних ліній порівняно з еуплазматичною лінією, яка має цитоплазму виду *Triticum aestivum*. Слід зазначити, що весь набір алоплазматичних ліній сортів Донська напівінтенсивна, Миронівська 808 та Миронівська Ювілейна був створений шляхом гібридизації вказаних трьох сортів (в якості батька) з набором алоплазматичних ліній ярої м'якої пшениці Chinese Spring (в якості материнської форми), які, в свою чергу, були створені К. Tsunewaki [12]. Внаслідок цього еуплазматичні лінії сортів Донська напівінтенсивна, Миронівська 808 та Миронівська Ювілейна, які використовувалися як рекурентні батьки при створенні відповідних алоплазматичних ліній, містили не оригінальну цитоплазму цих трьох сортів — донорів ядерних геномів, а цитоплазму сорту ярої пшениці Chinese Spring. Саме тому в дослід були включені сорти Донська напівінтенсивна та Миро-

Морозостійкість алоплазматичних ліній пшениці у залежності від джерела плазми та ядерного геному
(% рослин, що не загинули після проморожування)

Джерело цитоплазми	Ядерний геном			НСР _{0,05}
	Донська напівінтенсивна	Миронівська 808	Миронівська Ювілейна	
<i>Haynaldia villosa</i>	42,0	27,3	35,0	—
<i>Aegilops squarrosa</i> var. <i>strangulata</i>	11,0	54,3	37,0	8,3
<i>Aegilops squarrosa</i> var. <i>typica</i>	30,3	29,0	55,3	2,8
<i>Aegilops comosa</i>	0	—	34,0	10,8
<i>Aegilops speltoides</i>	20,3	—	47,0	—
<i>Aegilops sharonensis</i>	—	65,3	53,7	—
<i>Aegilops cylindrica</i>	13,3	34,0	54,7	6,6
<i>Aegilops kotschy</i>	50,3	54,3	41,0	4,6
<i>Aegilops variabilis</i>	31,0	69,7	25,0	2,8
<i>Aegilops ventricosa</i>	17,0	32,7	51,7	—
<i>Aegilops juvenalis</i>	0	32,7	36,3	3,5
<i>Aegilops vavilovii</i>	23,7	38,8	75,0	17,1
<i>Triticum dicoccoides</i>	32,0	37,0	56,3	—
<i>Triticum dicoccum</i>	25,3	26,3	39,7	—
<i>Triticum aestivum</i> cv. Chinese Spring	72,0	61,3	71,0	—
Власна цитоплазма	41,8	54,0	—	—
НСР _{0,05}	5,5	7,0	7,5	

нівська 808 (відповідні дані наведено в таблиці у рядку “власна цитоплазма”). На жаль, нам не вдалося знайти до початку дослідів оригінальне насіння сорту Миронівська Ювілейна.

З’ясувалося, що озимі батьківські сорти з власною цитоплазмою показали достовірно ($P \leq 0,01$) нижчу морозостійкість, ніж їх же еуплазматичні лінії з цитоплазмою Chinese Spring. Таким чином, цитоплазма ярої пшениці Chinese Spring у більшій мірі сприяла експресії генів морозостійкості ядерних геномів озимих сортів м’якої пшениці Донська напівінтенсивна та Миронівська 808, ніж їх оригінальна цитоплазма. Це наводить на думку, що цитоплазма деяких сортів ярої пшениці може бути використана для підвищення морозостійкості озимої пшениці. Так, лінії F_6 озимої пшениці, одержані від схрещування ярих сортів Jurateco і Norin 29, які містять неалельні гени *Vrn*, у прямій комбінації схрещування виявляли вірогідно більший рівень морозостійкості, ніж лінії, отримані в зворотній комбінації схрещування [13]. Ядерні геноми відрізняються їх взаємодією з алоплазмами. В порівнянні з сортами із власною цитоплазмою, лише одна алоплазматична лінія (з цитоплазмою від *Aegilops kotschy*) виявляла істотний по-

зитивний вплив на морозостійкість при взаємодії з ядром пшениці Донська напівінтенсивна. Цитоплазма *Hyalidia villosa* не впливала на рівень морозостійкості (у алоплазматичної лінії вона була майже на рівні батьківського сорту). Всі інші цитоплазми знижували морозостійкість. Ядерний геном пшениці Миронівська 808 виявився кращим для диференціації впливу цитоплазм. Лінії з алоплазмами від *Ae. squarrosa* var. *strangulata* та *Ae. kotschyi* показали морозостійкість на рівні сорту Миронівська 808 (розбіжності не вірогідні), в той час як цитоплазма видів *Ae. variabilis* та *Ae. sharonensis* спричиняла суттєве підвищення морозостійкості ($P \leq 0,01$). В той же час ні одна алоплазматична лінія жодного з трьох сортів, за виключенням лінії сорту Миронівська 808 з цитоплазмою *Ae. variabilis*, не виявила позитивного впливу на рівень морозостійкості в порівнянні з цитоплазмою ярої пшениці Chinese Spring.

Найбільш чутливим до заміни цитоплазми виявився ядерний геном пшениці Донська напівінтенсивна. Якщо серед алоплазматичних ліній сорту Миронівська 808 лінія з найгіршою морозостійкістю (цитоплазма від *Triticum dicoccum*) після проморожування виявляла 26,3 % живих паростків, така ж лінія сорту Миронівська Ювілейна (цитоплазма від *Ae. variabilis*) — 25,0 % живих паростків, то серед алоплазматичних ліній сорту Донська напівінтенсивна нижчу за 26 % частоту паростків, що вижили після проморожування, показали відразу сім ліній, причому дві з них, з алоплазмами від *Ae. comosa* та *Ae. juvenalis*, загинули повністю.

Майже половина цитоплазм, що вивчалися (*H. villosa*, *Ae. ventricosa*, *T. dicoccoides*, *T. dicoccum*, *T. aestivum* cv. Chinese Spring, *T. aestivum*, *Ae. speltooides*, *Ae. sharonensis*), не мали суттєвого впливу на диференціацію ядерних геномів за рівнем морозостійкості. В той же час, ядерний геном сорту Миронівська Ювілейна при взаємодії з алоплазмами від *Ae. juvenalis*, *Ae. vavilovii*, *Ae. cylindrica* обумовлював вірогідно кращу морозостійкість, ніж відповідні алоплазматичні лінії сортів Миронівська 808 і, особливо, Донська напівінтенсивна. До цієї ж групи алоплазм можна віднести і цитоплазму від *Aegilops squarrosa* var. *typica*, але на її фоні не спостерігалось істотної диференціації ядерних геномів Миронівської 808 та Донської напівінтенсивної за рівнем морозостійкості.

Ядерний геном сорту Миронівська 808 обумовлював кращу морозостійкість порівняно з геномами Миронівської Ювілейної та Донської напівінтенсивної при їх взаємодії з цитоплазмами від *Ae. kotschyi*, *Ae. variabilis*, *Ae. squarrosa* var. *strangulata*. В цих дослідках на фоні перших двох алоплазм найменший рівень морозостійкості показав ядерний геном сорту Миронівська Ювілейна, а алоплазма *Ae. squarrosa* var. *strangulata* призводила до мінімальної морозостійкості ліній з ядерним геномом сорту Донська напівінтенсивна.

Таким чином, є підстави вважати, що існують суттєві цитоплазматичні впливи на морозостійкість пшениці на стадії паростків. Прояв цих ефектів

в значній мірі залежить від взаємодії цитоплазми з ядерними геномами. Цитоплазми ярих пшениць можуть бути додатковим джерелом підвищення морозостійкості.

Література

1. Пидра М. Генетический анализ морозостойкости озимой пшеницы и тритикале в диалельных скрещиваниях // С.-х. биология. — 1988. — № 4. — С. 110-113.
2. Roysa V. W., Knoblauch C. J., McKersie B. D., Reinbergs E. Low-temperature tolerance of octoploid triticale and its parental species grown in southern Ontario // Can. J. Plant Sci. — 1984. — V. 64, № 3. — P. 451-456.
3. Цветков С., Ценов А. Изучение наследования морозостойкости у гибридов тритикале одного уровня плоидности ($2n=42 \times 2n=42$). Сообщ. I. Морозоустойчивость в F_1 // Генетика. — 1985. — Т. 21, № 8. — С. 1400-1402.
4. Максимов Н. Г., Костанди Г. В. Сравнительная характеристика морозостойкости первичных гесаплоидных тритикале и их родительских форм // Науч.-техн. бюл. ВСГИ. — 1988. — № 2(68). — С. 14-18.
5. Ругин Б. В. Проблемы интрогрессии генов морозостойкости ржи в геном мягкой пшеницы // Сб. науч. трудов по прикл. ботан., генет. и селекции. — 1987. — № 100. — С. 140-150.
6. Le H. T., Reicosky D. A., Olien C. R. Freezing hardiness in amphiploids of *Triticum tauschii* (Coss.) Schmal. and *T. turgidum* L. var. *durum* // Can. J. Genet. and Cytol. — 1986. — V. 28, № 3. — P. 390-394.
7. Limin A. E., Fowler D. W. Cold hardiness expression in interspecific hybrids and amphiploids of the *Triticeae* // Genome. — 1988. — V. 30, № 3. — P. 361-365.
8. Limin A. E., Fowler D. W. Inheritance of cold hardiness in *Triticum aestivum* × Synthetic hexaploid wheat crosses // Crop Dev. Center Res. Rep. 1992. — Saskatoon, 1994. — P. 25.
9. Limin A. E., Fowler D. W. The effect of cytoplasm on cold hardiness in alloplasmic rye (*Secale cereale* L.) and triticale // Can. J. Genet. and Cytol. — 1984. — V. 26, № 4. — P. 405-408.
10. Мусич В. Н., Нагуляк О. И. Использование искусственного климата при селекции озимой пшеницы на морозостойкость // Системы интенсивного культивирования растений. — Ленинград, 1987. — С. 118-125.
11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1973. — 336 с.
12. Tsunewaki K. Genetic diversity of cytoplasm in *Triticum* and *Aegilops*. — Japan Soc. of Science. — 1980. — 290 p.
13. Мусич В. Н., Стельмах А. Ф., Авсенин В. И. Морозостойкость озимых форм мягкой пшеницы, полученных от скрещивания яровых сортов // Сб. науч. трудов "Повышение зимостойкости озимых зерновых". — М.: Колос, 1993. — С. 70-75.

Сечняк А. Л.¹, Файт В. И.², Нагуляк О. І.²

¹ Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова, каф. генетики и молекулярной биологии,

ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

² Селекционно-генетический институт — Национальный центр семеноведения и сортоизучения, отдел генетики и отдел устойчивости к абиотическим факторам, Овидиопольская дор., 3, Одесса, 65036, Украина

ЭФФЕКТЫ АЛЛОПАЗМ НА МОРОЗОСТОЙКОСТЬ ПРОРОСТКОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Резюме

Проведенные на аллоплазматических линиях трех сортов озимой мягкой пшеницы исследования показали наличие существенных влияний цитоплазмы на мо-

розостойкость проростков. Проявление этих эффектов в значительной мере зависит от происхождения ядерного генома. Цитоплазмы яровых пшениц могут быть дополнительным источником повышения морозостойкости.

Ключевые слова: пшеница, эгилопс, аллоплазма, морозостойкость.

Sechnyak A. L.¹, Fayt V. I.², Nagulyak O. I.²

¹ Odessa National University after I. I. Mechnikov, Department of Genetics and Molecular Biology, Dvoryanskaya St., 2, Odessa, 65026, Ukraine

² Plant Breeding and Genetics Institute — National Centre of Seed and Varieties Investigations, Department of Genetics and Department of Hardiness to Abiotic Factors, Ovidiopol'skaya Dor., 3, Odessa, 65036, Ukraine

THE ALLOPLASMATIC EFFECTS ON THE FREEZING HARDINESS OF THE BREAD WHEAT SEEDLINGS

Summary

The set of alloplasmatic lines of three varieties of the winter bread wheat was investigated. The essential cytoplasmatic effects on the freezing hardiness of the wheat seedlings have been found. Displaying of these effects depends significantly upon interactions of alloplasma with the nucleus genomes. The cytoplasm of the spring wheats may be the additional source of freezing hardiness raising.

Keywords: wheat, aegilops, alloplasma, freezing hardiness.