

УДК 582.542.11:578.222.7

Т. Г. Трочинська, асп.Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,
кафедра генетики і молекулярної біології,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

СХРЕЩУВАНІСТЬ СУЧАСНИХ СОРТІВ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ З ЖИТОМ

Вивчали схрещуваність з житом сучасних сортів м'якої озимої пшениці, створених в Одеському селекційному центрі, у порівнянні зі схрещуваністю з житом сортів Безоста 1 та Миронівська 808. Встановлена краща схрещуваність з житом сучасних сортів. Усі отримані гібриди були самостерильними, наступне покоління вдалося отримати лише внаслідок бек-кросування пшеницею.

Ключові слова: пшениця, жито, схрещування.

Пшенично-житні гібриди широко використовуються як об'єкти цитоембріологічних і генетичних досліджень [1–5]. Однак багато проблем, пов'язаних з їх отриманням та розвитком, досі нез'ясовані. Аномалії розвитку віддалених гібридів, які накопичуються в процесі онтогенезу, не випадкові; на матеріалі, отриманому за віддаленої гібридизації, можна вивчати функцію геномів різного походження, що починають свою сумісну діяльність у середовищі материнської цитоплазми, а подалі діють у середовищі, яке синтезоване під контролем ядра гібридного організму [1, 4]. Дослідження спадкової детермінації організму включає в себе і дослідження розвитку віддалених гібридів, що мають ознаки різних видів. Пшениця і жито є важливими сільськогосподарськими культурами, селекція яких провадиться постійно; появляється велика кількість нових сортів, які вигідно відрізняються від старих певними показниками, пов'язаними з продуктивністю, адаптивністю, якістю зерна тощо, що свідчить про певні зміни у генотипах. Ось чому представляє інтерес отримання та наступний аналіз пшенично-житних гібридів від схрещування з новими сортами як носіями змін у спадковості виду. Ця робота має за мету з'ясувати схрещуваність сортів м'якої пшениці з житом та життєздатність гібридних зернівок.

Матеріали та методи

Дослідження провадили на дослідній ділянці біологічного факультету Одеського національного університету у 2002–2003 роках.

У 2002 році схрещували озимі форми м'якої пшениці Миронівська 808, Безоста 1 та ендоспермальний мутант Безостої 1 (далі Безоста 1 М) з житом Харківське 60 [6]. У 2003 році були використані

озимі сорти м'якої пшениці Альбатрос одеський, Фантазія одеська, Одеська 267, Безоста 1 та Миронівська 808 (внаслідок суворої зими у 2003 році Безоста 1 М вимерзла) в якості материнських форм і в якості батьківських форм — сорти озимого жита Харківське 60 та Нива. Провалили бекросування рослин F_1 пилком вихідних сортів. Запилення здійснювали свіжезібраним пилком за допомогою контактного методу [7]. У кожному варіанті схрещувань було запилено від 1000 до 1400 квіток. Контролем слугувало запилення кастрованих квіток пшениці пилком, що був зібраний з квіток того ж сорту (запилено приблизно по 200 квіток). Запилення провадили у різні терміни цвітіння пшениці [8, 9]. Визначали відсоток зав'язування зернівок за гібридизації та контрольного запилення. Масу кожної гібридної зернівки, а для контролю — зернівки батьківських форм визначали на торзійних терезах. Одержані результати обробляли статистично і провадили попарне порівняння різних комбінацій схрещування з батьківськими формами за критерієм Ст'юдента [10]. У наступному вегетаційному сезоні зернівки висівали для визначення життєздатності і отримання рослин F_1 та F_1BC_1 . Визначали відсоток схожості гібридного насіння та порівнювали його з таким для батьківських форм [11].

Результати та їх обговорення

Схрещуваність досліджуваних сортів коливалася у межах від 0 до 5 % для сортів 1960-х років та від 5 до 12 % для сучасних сортів одеської селекції (табл. 1).

Таблиця 1

Схрещуваність м'якої озимої пшениці з житом (сезон 2003 року)

Комбінація схрещування	Запилено квіток	Завязалося зернівок	Схрещуваність, %
Безоста 1 x Харківське 60	1425	22	1,6±0,4
Миронівська 808 x Харківське 60	1275	14	0,8±0,2
Фантазія ОД x Харківське 60	1108	128	12,8±1,5
Фантазія ОД x Нива	120	6	5,0±1,0
Альбатрос ОД x Харківське 60	1006	104	11,3±1,7
Альбатрос ОД x Нива	314	26	8,3±2,2
Одеська 276 x Харківське 60	1192	62	5,0±1,0
Одеська 276 x Нива	232	14	6,0±2,2
Безоста 1 x Безоста 1	185	137	86,1±3,2
Миронівська 808 x Миронівська 808	222	191	72,4±4,1
Фантазія ОД x Фантазія ОД	200	122	61,2±2,6
Альбатрос ОД x Альбатрос ОД	212	128	60,3±2,8
Одеська 276 X Одеська 276	196	141	71,9±3,2

Відомо [4, 5, 12, 13], що схрещуваність пшениці з житом та іншими спорідненими видами контролюється генами *Kr*-системи; схрещуваність зростає за наявності рецесивних алелей генів *kr*, але пригнічується за наявності домінантних.

Загальноновизнаним є визначення алельного стану генів системи *Kr* у м'якої пшениці за показниками схрещуваності її сортів з житом [5, 13–16]. А. Lein [14] першим провів дослідження успадкування ознаки схрещуваності пшениці з житом. Він показав наявність двох пар алелей, що обумовлюють рівень сумісності досліджуваних видів, причому ген *Kr*₁ має більший вплив на сумісність з житом, ніж *Kr*₂. Подальшими дослідженнями показано, що вплив домінантних алелів цих генів проявляється у гальмуванні та пригніченні росту пилкових трубок, у той час як рецесивні алелі не впливали на ріст пилкових трубок жита у маточках пшениці [17]. R. Riley та V. Charpen [15], наслідуючи Лейна, висловили припущення, що *Kr*₁ скоріше є інгібітором здатності до схрещування, ніж *kr*₂ — підсилювачем, і що *Kr*₁ та *Kr*₂ або комплементарні, або адитивні. Ними [14, 15] була запропонована наступна класифікація генотипів пшениць за алельним станом генів *Kr* (табл. 2).

Таблиця 2

Алельний склад генів системи *Kr* та схрещуваність м'якої пшениці з житом (за Lein [14] та Riley, Charpen [15])

Генотип	Схрещуваність, %
<i>Kr</i> ₁ <i>Kr</i> ₁ <i>Kr</i> ₂ <i>Kr</i> ₂	0 – 10
<i>Kr</i> ₁ <i>Kr</i> ₁ <i>kr</i> ₂ <i>kr</i> ₂	10 – 30
<i>kr</i> ₁ <i>kr</i> ₁ <i>Kr</i> ₂ <i>Kr</i> ₂	31 – 50
<i>kr</i> ₁ <i>kr</i> ₁ <i>kr</i> ₂ <i>kr</i> ₂	> 50

Далі було встановлено [18], що по меншій мірі, у деяких комбінацій виявляється дигенний контроль ознаки схрещуваності. У ряді дослідів [13, 15] було показано, що ген *Kr*₁ локалізований у хромосомі 5В, ген *Kr*₂ — у хромосомі 5А. К. Krolow [19] висловив припущення про можливу еволюцію генів схрещуваності пшениці з житом, про мутаційне походження рецесивного гена *kr* від домінантного *Kr* і можливу наявність у м'якої пшениці третього рецесивного гена сумісності *kr*₃, який успадковується від *Aegilops squarrosa* й локалізується в одній із хромосом геному D. Сьогодні говорять про чотири рецесивних гени *kr* — *kr*₁, *kr*₄, *kr*₂ та *kr*₃ (гени перераховані у порядку зменшення сили їх дії). Ці гени були ідентифіковані у хромосомах 5В, 1А, 5D та 5А [15, 16, 19] відповідно. На думку Zheng et al. [16], між рецесивними генами системи *Kr*, можливо, існує взаємодія, яка впливає на ступінь їх експресії і що алельна взаємодія між ними відбувається за домінантним типом.

Згідно з даними літератури та нашими дослідями сорти пшениці Безоста 1 и Миронівська 808 мають домінантні алелі генів системи *Kr* у гомозиготному стані, тому що ні в одному із варіантів схрещування з участю цих сортів відсоток зав'язування не був вищим 2 % (табл. 1).

Нові сорти пшениці одеської селекції Фантазія, Альбатрос та Одеська 267 показали схрещуваність з житом на рівні від 12 до 5%; враховуючи дані про наявність додаткових генів системи *Kr* та характер схрещуваності в залежності від алельного складу за цими генами, ймовірно припустити, що ці сорти мають в гомозиготному рецесивному стані один чи два слабких гени системи *Kr*, найвірогідніше ген *Kr₃*. У будь-якому разі можна вважати, що відмінності у схрещуваності в межах від 0 до 5 відсотків свідчать про наявність одного (за умови відповідності адитивній моделі) чи двох рецесивних алелей гену *Kr₃* (за умови наявності повного домінування) у функціонуванні генів системи *Kr*.

В 2003 році в якості батьківських форм було використано два сорти жита — Харківське 60 та Нива. Строки цвітіння пшениць Миرونівська 808 та Безоста 1 не співпадали з цвітінням Ниви, тому не було можливості з'ясувати наявність залежності зав'язування зернівок від батьківської форми в цих варіантах схрещувань. Тим не менш, була зроблена спроба виявити таку залежність для нових сортів м'якої пшениці одеської селекції. Виявилося, що сорти пшениці Одеська 267 й Альбатрос за схрещуваністю з сортами жита Харківське 60 та Нива не розрізнялися. Що стосується комбінацій Фантазія х Харківське 60 і Фантазія х Нива, то різниця між ними достовірна ($P < 0,01$), що може бути свідченням знаходження генів *kr₂* та *kr₃* у різному алельному стані. Досить вірогідним є припущення стосовно можливості зв'язку між алельним станом слабких генів системи *Kr* пшениці й відмінностями у схрещуваності цього сорту пшениці з різними сортами жита. З другого боку потрібно взяти до уваги меншу кількість запиленних сортом жита Нива квіток пшениці у зв'язку з несинхронністю цвітіння Ниви з сортами материнських форм пшениці.

Порівняння результатів схрещування на протязі двох (2002 і 2003 рр.) сезонів виявило близькість ($1,85 \pm 0,45$ та $1,58 \pm 0,40$ у 2002 й 2003 роках відповідно) [6] показників схрещуваності сорту Безоста 1 з житом, що свідчить про генотипову однорідність популяції. У Миронівської 808 успішність схрещування з житом в значному ступені варіює ($4,35 \pm 0,71$ у 2002 та $0,85 \pm 0,25$ у 2003 роках), залишаючись, однак, в межах показників для пшениць з низькою схрещуваністю. Таку варіативність показників можна пояснити лабільністю цього сорту, що має широку норму реакції.

За внутрішньосортового запилення материнських форм у 2002 році розвивалося близько 90% зав'язей, що можна пояснити використанням щойно зібраного пилку. Менш успішні (табл. 1) результати у 2003 році можуть бути пов'язані з метеорологічними умовами.

Пшенично-житні гібриди першого покоління, отримані від схрещування Миронівської 808, Безостої 1 М і Безостої 1 з житом Харківське 60 використовувалися для проведення беккросних схрещувань з батьківською та материнськими формами (гібрид Безоста 1 М х жито схрещували з пшеницею Безоста 1). Колосся першого покоління

пшенично-житніх гібридів, що не було запилене пилом батьківських форм, не дало насіння; не зважаючи на значну кількість запилених пилом материнських форм квіток, відсоток зав'язування зернівок у першого покоління Безоста М 1 х жито за беккросів склав 0,13, а у першого покоління Миронівська 808 х жито — 0,19. Запилення зав'язей амфігаплоїдів пилом батьківської форми — жита Харківське 60 — не дало зернівок. Ці результати добре узгоджуються з наявними у літературі даними про можливість відновлення фертильності у пшенично-житніх амфігаплоїдів за допомогою беккросів з пшеницею й недоцільність використання з цією метою жита [20].

Відомо, що маса та розміри зернівок відіграють велику роль за їх проростання, а, отже й життєздатності. Гібридним зернівкам першого покоління пшенично-житніх гібридів властиві певні недоліки. Вони зазвичай набагато менші за зернівки батьківських сортів (на відміну від зернівок пшенично-житніх амфідиплоїдів [20, 21]), зморшкуваті, не виповнені, що пояснюється великою кількістю порушень під час розвитку ендосперму зернівки. У порівнянні з зернівками материнських сортів вага зернівок відповідних гібридів коливалася в межах від 62 % (амфігаплоїд Фантазія х жито) до 45 % (амфігаплоїд Одеська 267 х жито). Треба підкреслити близькість показників маси зернівок гібридів, отриманих за два роки (табл. 3). Так, середня маса зернівок в варіанті схрещування Безоста 1 х жито у 2002 р. була $23,2 \pm 2,33$ мг, а у 2003 — $22,72 \pm 2,77$ мг; у варіанті Миронівська 808 х жито — $28,67 \pm 1,40$ та $21,37 \pm 2,33$ відповідно [6]. Дуже подібні і показники їх схожості, що є свідченням генотипової зумовленості порушень.

Таблиця 3

Маса та схожість гібридних зернівок F1 та батьківських форм

Варіант схрещування	Маса зернівки, мг	Схожість, %
Безоста 1 х Харківське 60	$22,7 \pm 2,8$	$44,0 \pm 22,6$
Миронівська 808 х Харківське 60	$21,4 \pm 2,3$	$76,2 \pm 23,8$
Фантазія ОД х Харківське 60	$19,5 \pm 1,4$	$40,3 \pm 5,1$
Альбатрос ОД х Харківське 60	$20,4 \pm 1,6$	$52,2 \pm 7,8$
Одеська 276 х Харківське 60	$18,9 \pm 1,3$	$30,8 \pm 6,8$
Безоста 1 х Безоста 1	$48,3 \pm 1,1$	$74,9 \pm 8,2$
Миронівська 808 х Миронівська 808	$44,5 \pm 1,2$	$88,4 \pm 4,6$
Фантазія ОД х Фантазія ОД	$31,5 \pm 1,0$	$48,5 \pm 2,2$
Альбатрос ОД х Альбатрос ОД	$36,7 \pm 1,3$	$72,6 \pm 5,0$
Одеська 276 х Одеська 276	$42,0 \pm 1,0$	$59,5 \pm 6,4$
Харківське 60 х Харківське 60	$39,7 \pm 1,2$	$77,1 \pm 7,4$

Що стосується батьківських форм, то хоча показники середніх мас їх зернівок за два роки були близькими (у 2002 році для Безостої $52,26 \pm 0,73$, для Миронівської — $45,68 \pm 1,05$, а для жита Харків-

ське 60 — $35,05 \pm 0,57$ мг), схожість насіння у 2002 році була вищою (для Безостої 1 — 96,7 %, для Миронівської 808 — 92,0%, для жита Харківське 60—94,4%). Відповідність маси зернівки відсотку схожості насіння присутня і в цьому випадку.

Висновки

1. Використовувані в наших дослідках сорти озимої пшениці Безоста 1 та Миронівська 808 мають усі домінуючі алелі генів системи *Kr*.
2. Сорти озимої пшениці Фантазія, Альбатрос та Одеська найвірогідніше мають рецесивні алелі слабких генів системи *Kr*, можливо, один із слабких генів знаходиться у гомозиготному стані.
3. Пшенично-житні гібриди першого покоління практично стерильні. Зернівки зав'язуються лише за беккросування з материнськими формами; кількість зернівок не перевищувала 0,2% від запиляних квіток.

Література

1. *Ивановская Е. В.* Привлечение отдаленной гибридизации к изучению вопроса взаимодействия и дифференциации тканей. // Отдаленная гибридизация растений. — М.: Колос, 1970. — 317 с.
2. *Кравченко В. И.* Геноисточники высокой скрещиваемости пшеницы с рожью // Тез. докл. IV Всесоюзной научной конференции. — Кишинев: Штиинца, 1991. — С. 278–279.
3. *Щапова А. И., Кравцова Л. А.* Цитогенетика пшенично-ржаных гибридов. — Новосибирск: Наука, 1990. — 163 с.
4. *Гордей И. А., Гордей Г. М.* Генетические основы повышения скрещиваемости мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) с культурной рожью (*Secale cereale* L.). Сообщение I. Генотипическая специфичность взаимодействия скрещиваемости мягкой пшеницы с диплоидной и тетраплоидной рожью. — Генетика, 1983. — Т. 19. — Вып. 4. — С. 641–647.
5. *Горбань Г. С.* Биологический метод получения гексаплоидных тритикале и их цитогенетика. Сообщ. I. Скрещиваемость пшеницы с рожью. Генетика, 1980. — Т. 16. — Вып. 5. — С. 859–866.
6. *Трочинська Т. Г., Бланковська Т. П.* Схрещуваність м'якої пшениці з житом та життєздатність гібридних зернівок // Вісник Одеського національного університету. — 2003. — Т. 8., Вип. 1. Біологія. — С. 81–85.
7. *Абрамова З. В., Карлинский О. А.* Руководство к практическим занятиям по генетике. — Л.: Колос, 1968. — 192 с.
8. *Кульбий А. И., Шестопалова Р. Е.* Завязываемость зерновок в зависимости от возраста половых элементов при отдаленной гибридизации // Научно-технический бюллетень ВСГИ. — Одесса: ВСГИ. — 1981. — Вып. 3(41). — С. 29–33.
9. *Thomas J. B., Anderson R. G.* Cross — incompatibility of common-wheat with rye: effect of varying the day of pollination on seed set and development // Can. J. Bot., 1978. — V. 56., № 23. — P. 3000–3007.
10. *Рокицкий П. Ф.* Биологическая статистика. — Минск: Высшая школа. — 1973. — 319 с.
11. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1973. — 336 с.
12. *Zeven A. C.* Crossability percentages of some 1400 bread wheat varieties and lines with rye // Euphytica. — 1987. — Т. 36. — V. 1. — P. 299–319.
13. *Lauge N., Riley S.* Dependence of wheat-rye crossing from genotype of maternal forms // Dev. Genet. — 1965. — V. 16. — P. 44–63.

14. *Lein A.* Die genetische Grundlage der Kreuzbarkeit zwischen Weizen und Roggen. // Z. induct. Abstammungs- und Vererbungslehre. — 1943. — В. 81. — С. 28–61.
15. *Riley R., Chapman V.* The inheritance in wheat of crossability with rye // Genet. Res. — 1967. — V. 9. — P. 259–267.
16. *Zheng Youliang, Luo Mingcheng, Yen Chi and Yang Junliang.* Chromosome location of a new crossability gene in common wheat // Wheat Information Service, 1992. — V. 75. — P. 36–40.
17. *Jalani B. S., Moss J. P.* The site of action of the crossability genes (Kr_1 , Kr_2) between Triticum and Secale. I. Pollen germination, pollen tube growth, and number of pollen tubes // Euphytica, 1980. — V. 29., № 3. — P. 571–579.
18. *Рехметулин Р. М.* Использование форм мягкой пшеницы AM 808 и MA 808 в скрещивании с рожью // Докл. ВАСХНИЛ. — 1988. — № 9. — С. 7–10.
19. *Krolow K. D.* Untersuchungen über die Kreuzbarkeit zwischen Weizen und Roggen. // Z. Pflanzenzucht. — 1970. — В. 64. — С. 44.
20. *Ригин Б. В., Орлова И. Н.* Пшенично-ржаные амфидиплоиды. — Л.: Колос, 1977. — 279 с.
21. *Oettler G.* Crossability and embryo development in wheat-rye hybrids // Euphytica, 1983. — V. 32., № 2. — P. 593–600.

Т. Г. Трочинская

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова, кафедра генетики и молекулярной биологии,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

СКРЕЩИВАЕМОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ С РОЖЬЮ

Резюме

Скрещиваемость с рожью современных сортов мягкой озимой пшеницы созданных в Одесском селекционном центре, сравнивали с указанной скрещиваемостью сортов Безостая 1 и Мироновская 808. Установлена лучшая скрещиваемость с рожью современных сортов. Все полученные гибриды были самостерильными, следующее поколение удалось получить только вследствие беккросирования пшеницей.

Ключевые слова: пшеница, рожь, скрещивание.

T. G. Trochinska

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

CROSSING ABILITY OF THE PRESENT-DAY SORTS OF SOFT WHEAT WITH RYE

Summary

Crossing ability of the present-day (created in Odessa selection centre) sorts of soft wheat with rye in comparison with such ability of Bezostaya 1 and Mironovskaya 808 sorts has been proved. This ability was better for modern sorts. All investigated hybrids was self-sterile; next generation was made as a result of back-crossing with wheat.

Keywords: wheat, rye, crossing.