

УДК 633.11'14:631.527.5

## СОЗДАНИЕ И АНАЛИЗ ПШЕНИЧНО-РЖАНЫХ ГИБРИДОВ И АМФИДИПЛОИДОВ

А.А. СОЛОВЬЕВ, С.В. ИВАНОВА

(Кафедра генетики)

Изучена скрещиваемость 20 сортов мягкой яровой пшеницы, а также нескольких линий твердой пшеницы Тимофеева, полбы и однозернянки с рожью. Лучшая завязываемость гибридных семян получена при использовании в качестве материнской формы *T. aestivum*. Применение регуляторов роста 2,4-Д (2 мг/л) и ИУК (1 мг/л) значительно повысило завязываемость семян. Гибридные растения нормально росли, но были практически стерильны вследствие аномалий в течение мейоза. Удвоение числа хромосом колхицинированием в определенной степени нормализовало мейоз и повышало озерненность колоса. Получены линии первичного ярового гекса- и октаплоидного тритикале, которые могут использоваться в селекционных программах.

Отдаленная гибридизация играет значительную роль в эволюции, но, кроме того, она — неисчерпаемый резерв создания новых форм растений [4, 8]. Путем отдаленной гибридизации и полиплоидии создана совершенно новая культура тритикале, амфидиплоидный гибрид пшеницы с рожью. В настоящее время селекцией тритикале занимаются более чем в 50 странах мира [7]. Увеличение разнообразия тритикале возможно несколькими путями: скрещи-

ванием уже имеющихся форм между собой, скрещиванием тритикале с пшеницей, рожью и другими видами, а также получением форм первичных тритикале скрещиванием пшеницы с рожью и последующей полиплоидизацией гибрида. Последний, по-видимому, наиболее интересен, несмотря на все сложности при гибридизации и колхицинировании, поскольку позволяет получить совершенно новые формы тритикале.

## Методика

Для гибридизации с рожью *Secale cereale* использовали следующие виды пшеницы: *Triticum aestivum* (сорта Воронежская, Гарнет, Карабалыкская, Московская 35, Двудлинейная, Саратовская 55, Сибирская 59, Сибирская 62, Симбирка, Харьковская 10, Целинная 60, Lal Bahadur, Sonalika, 940h 248, Inia 66 Nohana, N.P. 808, Sunnan), *T. durum*, *T. dicoccum*, *T. timopheevi*, *T. monococcum*.

Гибридизацию осуществляли в полевых условиях и в теплице с использованием ручной кастрации и изоляции колосьев пергаментными изоляторами. Опыление проводили твел-методом. Непосредственно перед опылением на рыльце пестика с помощью шприца наносили искусственную среду, состоящую из агар-агара (0,7%), сахарозы (20%), регуляторов роста — 2,4-Д (2 мг/л) или ИУК (1 мг/л). Контролем служила среда без регуляторов.

Гибридные растения  $F_1$  и амфидиплоиды ранних поколений выращивали в теплице.

Для удвоения числа хромосом применяли 0,25—0,5% раствор колхицина в 4% растворе диметилсульфооксида. Обрабатывали наклонившиеся семена и растения, клонированные в стадии кушения, методом погружения на 4 ч при комнатной температуре [8].

Материал для цитологического анализа фиксировали уксусным спиртом 1:3 [5], окрашивали 3% раствором ацетокармина. Пыльцу и мейоз анализировали на давленных препаратах под микроскопом МБР-3. Микрофотографиро-

вание осуществляли с помощью фотонасадки МФН-10.

Статистическую обработку проводили по Лакину [3].

## Гибридизация видов пшеницы с культурной рожью

В 1990—1993 гг. были проведены скрещивания в следующих комбинациях: *T. aestivum* x *S. cereale*, *T. durum* x *S. cereale*, *T. dicoccum* x *S. cereale*, *T. timopheevi* x *S. cereale*, *T. monococcum* x *S. cereale*. Как показывают данные табл. 1, завязываемость гибридных семян при скрещивании исследуемых видов пшеницы с рожью низкая и колеблется по годам. Выделяется более высокой скрещиваемостью с рожью *T. timopheevi*, что соответствует литературным данным [2, 4, 6].

## Поиск форм мягкой пшеницы, обладающих повышенной скрещиваемостью с рожью

Известно, что скрещиваемость мягкой пшеницы с рожью контролируется тремя парами *kr*-генов [6, 9] и что на формы, несущие рецессивные гены и обладающие повышенной скрещиваемостью с рожью, приходится только около 7% [9]. С целью поиска форм мягкой пшеницы с данным признаком нами было изучено 20 сортов и линий (табл. 2).

В целом у всех этих сортов завязываемость гибридных семян находилась на уровне 0—5%. Более высокой она была при гибридизации с рожью пшеницы сортов Воронежская, Гарнет, Саратовская 55, Симбирка, Московская 35. Полученные данные о завязываемости позволяют предположить,

Т а б л и ц а 1

## Завязываемость семян при гибридизации пшеницы с рожью

Показатель	T.aestivum x S.cereale	T.durum x S.cereale	T.dicoccum x S.cereale	T.timopheevi x S.cereale	T.monococcum x S.cereale
<i>1990 г.</i>					
Завязываемость, %	2,60	8,97	0	—	—
<i>1991 г.</i>					
Цветки, шт.	2932	252	52	72	71
Завязалось зерен, шт.	23	1	3	11	0
Завязываемость, %	0,76±0,16	0,39±0,55	5,8±3,2	15,3±4,2	0
<i>1992 г.</i>					
Цветки, шт.	3208	450	98	107	—
Завязалось зерен, шт.	128	12	5	17	—
Завязываемость, %	4,0±0,4	2,7±0,8	5,1±2,2	15,9±3,5	—
<i>1993 г.</i>					
Цветки, шт.	1328	—	290	—	—
Завязалось зерен, шт.	25	—	14	—	—
Завязываемость, %	1,88±0,4	—	4,8±0,5	—	—

что все исследованные сорта несут доминантные *kg*-гены. Особенно интересно, что сорт Гарнет, который, судя по литературным данным [8, 10], характеризуется повышенной скрещиваемостью с рожью, таковой не проявил. Однако, поскольку этот сорт был использован в опытах один год, нельзя говорить о его скрещиваемости с рожью более определенно.

#### Использование регуляторов роста для повышения завязываемости гибридных семян

Наряду с использованием линий мягкой пшеницы, несущих рецессивные *kg*-гены, для повышения скрещиваемости применяют различные приемы [8, 10]. Одним из таких приемов является использование регуляторов роста.

Нанесение на рыльце пестика пшеницы искусственной среды с

регуляторами роста 2,4-Д и ИУК значительно повышало завязываемость семян, особенно в случае с 2,4-Д (табл. 3). Однако полученные семена имели практически невыполненный эндосперм и едва заметный зародыш, что явилось причиной их низкой всхожести. Этот факт свел к минимуму положительные результаты данного эксперимента. Необходим поиск других приемов, повышающих выход гибридных растений.

#### Морфологическое описание пшенично-ржаных амфидиплоидов и амфигаплоидов

Гибридные семена, как правило, отличались меньшими размерами, а у семян, полученных с участием *T.timopheevi*, кроме того, были плохо выполненный эндосперм и слабо заметный зародыш. Всхожесть гибридных семян зави-

Т а б л и ц а 2

## Скрещиваемость сортов мягкой пшеницы с рожью

Используемые сорта мягкой пшеницы для гибридизации с рожью	Количество лет изучения	Средняя завязываемость, %	Пределы колебаний
Воронежская	3	4,13	0—4,19
Саратовская 55	3	1,52	0—3,38
Московская 35	2	1,61	0,42—2,12
Симбирка	2	1,68	0,90—2,00
Lal Bahadur	2	1,57	0—2,60
Целинная 60	2	1,8	0—2,30
Sonalika	2	1,2	0,8—2,1
Харьковская 10	2	0,6	0—0,8
Гарнет	1	3,84	—
Сибирская 62	1	1,30	—
Двухлинейная	1	0,70	—
Карабалькская	1	0	—
940h 248	1	1,1	—
Сибирская 59	1	0	—
Викора Т	1	0	—
Inia 66	1	0	—
Nogana	1	0	—
N.P. 808	1	0,7	—
Sunnap	1	1,91	—
Энита	1	2,89	—

Т а б л и ц а 3

## Завязываемость семян при гибридизации пшеницы с рожью в опыте с регуляторами роста

Вариант	Опылено цветков, шт.	Завязалось зерен, шт.	Завязываемость, %
Среда + 2,4-Д	228	68	29,83±3,02
Среда + ИУК	246	14	5,69±1,48
Среда	124	1	0,81±0,80
Без среды	250	5	2,0±0,9

села от комбинации скрещивания. Наиболее высокой (32,6%) она оказалась в случае использования в качестве материнской формы мягкой пшеницы. Не удалось получить растений из семян от скре-

щивания пшеницы Тимофеева с рожью.

Первое поколение гибридов представляло собой достаточно мощные растения, по типу колоса больше похожие на пшеницу,

а по другим признакам имевшие промежуточное наследование. Из ржаных признаков проявлялись восковой налет и удлинение колоса. Опушение под колосом проявлялось не во всех комбинациях. В комбинации пшеница мягкая сорта Воронежская х рожь культурная сорта Селенга растения  $F_1$ , а в дальнейшем и амфидиплоиды опушения под колосом не имели. Из признаков пшеницы проявились: число цветков в колосе, окраска колоса, остистость. Размеры пыльников амфигаплоидов были больше, чем у пшеницы, но меньше ржаных, в них практически не содержалось нормально развитой пыльцы.

При скрещивании двух сортов ржи — короткостебельного Селенга и длинностебельного *Somg* — с сортом мягкой пшеницы

Воронежская у гибрида четко проявилось доминирование ржаного признака над пшеничным.

Амфидиплоиды, полученные путем удвоения числа хромосом, отличались более мощным развитием в сравнении с гибридами  $F_1$ . Озерненность колоса амфидиплоида  $S_1$ -поколения низкая (0,24 зерна на колосок). В следующих поколениях она возрастала до 1,3 зерна на колосок в  $S_4$ -поколении.

#### Результаты цитологического анализа

Цитологический анализ амфигаплоидных растений показал, что в клетках микроспор содержится 28 хромосом, которые в метафазе I обычно находятся в унивалентном состоянии. Однако, как показывают данные табл. 4, часть хромосом может конъюгировать.

Т а б л и ц а 4

Характер мейоза у пшенично-ржаного гибрида  $F_1$   
*T.aestivum* cv. Воронежская х *S.cereale* cv.Селенга (метафаза I)

Показатель	Количество клеток, шт.	%
Проанализировано всего клеток	157	100
Из них: с 28 унивалентами	127	80,9
с 1 закрытым бивалентом	2	1,3
с 1 открытым бивалентом	16	10,2
с 2 открытыми бивалентами	4	2,6
с 3 открытыми бивалентами	2	1,3
с тривалентом	6	3,8

Наличие бивалентов говорит о частичной конъюгации хромосом, что возможно между гомеологичными хромосомами пшеницы. В анафазе I хромосомы расходятся к полюсам неравномерно, возможна задержка расхождения части хромосом. Нарушения в первых фазах мейоза приводят к

ненормальному течению следующих этапов и практически к полной стерильности пыльцы. Цитологический анализ обработанных колхицином растений не проводился. В следующих поколениях был изучен мейотический индекс. В  $S_2$ -поколении он был различным и зависел от комбинации (табл. 5).

Митотический индекс  $C_2$ -поколения пшенично-ржаных амфидиплоидов

Показатель	T.aestivum cv. Саратовская 55 x S.cereale cv.Somro		T.aestivum cv. Воронежская - x S.cereale cv.Селенга	
	количество клеток, шт.	%	количество клеток, шт.	%
Проанализировано тетрад	148		95	
Из них: нормальные	28	12,1	43	45,2
с микроядрами	112	83,5	52	54,8
полиад	8	5,4	—	—

Нарушения в мейозе явились причиной высокой стерильности пыльцы. Однако не установлено четкой зависимости между фертильностью пыльцы и озерненностью колоса. Возможно, это связано с условиями выращивания, проявлением самонесовместимости либо другими причинами.

## Выводы

1. Полученный низкий процент завязываемости гибридных семян (до 5%) позволяет предположить, что все исследованные сорта мягкой пшеницы несут доминантные аллели *kr*-генов.

2. Применение регуляторов роста в составе искусственной среды, наносимой на рыльце пестика пшеницы непосредственно перед опылением пыльцой, повышает завязываемость семян, однако этот метод в целом оказался малоэффективным из-за низкой жизнеспособности полученных семян.

3. В результате эксперимента получены низкостебельные линии октаплоидного и гексаплоидного ярового тритикале, которые могут быть использованы в селекционных программах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гордей И.А., Гордей Г.М. Генетические основы повышения скрещиваемости мягкой пшеницы (*Triticum aestivum*) с культурной рожью (*Secale cereale*). Сообщ. 1. Генетическая специфичность скрещиваемости с диплоидной и тетраплоидной рожью. — Генетика, 1983, т. 19, № 4, с. 641—646. — 2. Куркиев У.К. Методы и результаты создания нового исходного материала для селекции тритикале. — Сб. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. Л.: ВИР, 1985, т. 98. — 3. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. — 4. Махалин М.А. Межродовая гибридизация зерновых колосовых культур. М.: Наука, 1992. — 5. Паушева З.П. Практикум по цитологии. М.: Агропромиздат, 1988. — 6. Ризин Б.В., Орлова И.Н. Пшенично-ржаные амфидиплоиды. М.: Колос, 1974. — 7. Сергеев А.В. Селекция, семеноводство и возделывание тритикале. М.: Агропромиздат, 1989. — 8. Сечняк Л.К., Сулима Ю.Г. Тритикале. М.: Колос, 1984. — 9. Суриков И.М. Несовместимость и эмбриональная

стерильность растений. М.: Агропромиздат, 1991. — 10. Ячевская Г.Л., Наумов А.А. Использо-

вание метода отдаленной гибридизации в селекции пшеницы. М.: ВНИИТЭИагропром, 1990.

Статья поступила 12 декабря  
1995 г.

## SUMMARY

Combining ability of 20 varieties of soft spring wheat, as well as of some strains of hard wheat, *T. timopheevi*, *T. diccicum*, *T. monoccicum*, with rye has been studied. The best setting of hybrid seed was obtained with using *T. aestivum* as maternal form. Using growth regulators 2.4D (2 mg/l) and indolyl-triacetic acid (1 mg/l) greatly increased seed setting. Hybrid plants grew normally, but they were practically sterile because of anomalies during meiosis. Doubling the number of chromosomes by colchicizing normalized meiosis to some extent and increased grain content in the ear. Strains of primary spring hexa- and octaploid triticales that can be used in selection programs have been obtained.