

***РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ЦМС  
P- и G-типов НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ  
ПРИЗНАКИ ОЗИМОЙ РЖИ***

---

В.В. Чайкин, Р.З. Мамедов, Е.А. Тороп, А.А. Тороп  
ГНУ НИИСХ Центрально-Чернозёмной полосы им. В.В. Докучаева  
РАСХН, Россия

На аналогах проведено сравнительное изучение влияния двух типов ЦМС на продуктивность растений озимой ржи, её элементы и устойчивость растений к действию неблагоприятных условий среды. Показано, что гибриды F<sub>1</sub>, полученные на ЦМС P-типа, более устойчивы к изучавшимся неблагоприятным условиям среды за исключением устойчивости к прорастанию зерна на корню. Но они были менее продуктивны, чем гибриды на G-цитоплазме.

*Цитоплазматическая мужская стерильность, гибридная селекция, устойчивость и продуктивность растения*

Большинство селекционеров в настоящее время предпочитают использовать в селекционных программах по гибридной ржи ЦМС P-типа. Но влияние этого типа цитоплазмы на признаки и свойства ржи практически не изучено. В то же время известно (Стрингфилд Дж., 1964), что цитоплазма может быть относительно благоприятной или неблагоприятной для отдельного гена или целого генотипа, то есть она может изменить их действие. Последнее было подтверждено результатами изучения стерильных и фертильных аналогов кукурузы и других растений (Вахрушева Э.И., Хаджинов М.И., 1966; Галлеев Г.С., 1966; Козубенко В.Е., 1966; Крупнов В.А., 1973)

Использование одного типа ЦМС нежелательно, так как однородность приводит к генетической уязвимости и лучшей страховкой от последнего является разнообразие. В этом плане заслуживают внимания и другие источники ЦМС, в частности G (он же R и V)-тип. Интерес к этому типу возрастает потому, что уже созданы практически значимые гибриды с его использованием (Melz Gi., Melz Gu., Hartmann F.; 2001). Поэтому мы попытались изучить влияние этих двух типов ЦМС ржи на

некоторые её биологические и хозяйственные признаки и свойства.

Источники ЦМС были получены из Германии: Р-тип – из селекционной фирмы «Лохов-Петкус», а G-тип – из PZG Pflanzenzüchtung (Güelzow). Для изучения использовали гибриды  $F_1$  и  $F_1 BC_1$  на ЦМС Р- и G- типов, где в качестве отцовских компонентов служили одни и те же самоопылённые линии. В 2004 году изучалось 5 пар гибридов, а в 2005-м – 11 пар.

Посев проводился ручной сажалкой на делянках площадью  $1 \text{ м}^2$  при норме высева 50 семян на делянку. Сравнимые образцы размещались рядом. Стандартом служил сорт Таловская 15.

В течение вегетационного периода общепринятыми методами проводили фенологические наблюдения и учёты. При анализе структуры урожая определяли высоту, общую и продуктивную кустистость, количество цветков и зёрен в главном колосе, озерненность колоса, массу зерна с главного колоса и растения, массу зерновки, длину верхнего междоузлия и его сопротивление излому, соотношение зерна и соломы. Выборки не всегда были равновеликими.

Математическую обработку проводили общепринятыми методами (Вольф В.Г., 1966).

Гибриды  $F_1$ , полученные на ЦМС G-типа, по полевой всхожести семян были значительно лучше гибридов, полученных на цитоплазме Р-типа (табл. 1). При последующем беккроссировании данных гибридов полевая всхожесть семян значительно снизилась. Относительно высокая всхожесть гибридов  $F_1$  могла быть обусловлена гетерозисом.

Из гибридов  $F_1$  на основе ЦМС Р- и G-типов лучше перезимовали гибриды, полученные на ЦМС Р-типа. У гибридов  $F_1 BC_1$  по зимостойкости получены противоположные результаты. При низкой общей зимостойкости гибриды, полученные на ЦМС G-типа, перезимовали достоверно лучше, чем гибриды на цитоплазме Р-типа.

По высоте гибриды  $F_1$  на цитоплазме Р-типа были значительно выше, чем гибриды, полученные на основе ЦМС G-типа. В связи с этим, у последних лучше была и устойчивость к полеганию. У гибридов  $F_1 BC_1$ , по сравнению с  $F_1$ , высота растений уменьшилась. Но при этом гибриды поменялись местами. Более высокорослыми оказались гибриды, полученные на цитоплазме G-типа. Различий по устойчивости к полеганию у изученных гибридов на ЦМС Р- и G-типов отмечено не было. Это позволяет нам сделать вывод о высокой устойчивости к полеганию гибридов как на Р-, так и G-типе. В первую очередь это было связано с небольшой высотой растений.

Таблица 1.

Влияние ЦМС Р- и G-типов на устойчивость гибридов озимой ржи к неблагоприятным абиотическим факторам (2004-2005 гг.)

Гибрид	Тип ЦМС	Всхожесть семян, %	Выживаемость, %	Зимостойкость, балл	Устойчивость к полеганию, балл	Высота, см
F <sub>1</sub>	P	53,19± 1,81	87,67± 1,84	6,20± 0,16	8,28± 0,18	92,87± 0,95
	G	62,54± 1,61***	86,07± 2,10**	5,47± 0,17***	8,61± 0,12*	90,72± 0,70***
F <sub>1</sub> BC <sub>1</sub>	P	36,82± 2,18	77,76± 2,77	4,20± 0,13	8,74± 0,19	76,47± 0,96
	G	35,58± 2,13*	77,89± 3,06	4,41± 0,12***	8,79± 0,08	86,99± 0,96***

По выживаемости гибриды F<sub>1</sub> на Р-цитоплазме были лучше гибридов на цитоплазме G-типа. При возвратном скрещивании с самоопылёнными линиями выживаемость гибридов снизилась.

По представленным в таблице 1 показателям гибриды F<sub>1</sub> на цитоплазме G-типа по полевой всхожести и устойчивости к полеганию выглядят предпочтительнее гибридов на ЦМС Р-типа. Гибриды же F<sub>1</sub>BC<sub>1</sub> на ЦМС Р- и G-типов по выживаемости и устойчивости к полеганию не отличаются друг от друга. Высота была ниже у гибридов на Р-типе, а зимостойкость - лучше у гибридов на G-типе.

В наших исследованиях мы изучали устойчивость гибридов к поражению мучнистой росой, бурой и стеблевой ржавчинами. Единицей измерения служил коэффициент поражения Г.В. Гогуна (1975). Так как распространение болезней на естественном фоне было незначительным, то здесь мы приводим данные только по поражению растений бурой листовой и стеблевой ржавчиной на искусственном инфекционном фоне (табл. 2).

Из данной таблицы следует, что гибриды F<sub>1</sub> на ЦМС G-типа бурой и стеблевой ржавчиной поражались больше, чем гибриды на цитоплазме Р-типа. Данная тенденция сохранилась и при беккроссировании изучавшихся гибридов. Всё это говорит в пользу того, что цитоплазма G-типа способствует большей восприимчивости растений к указанным патогенам.

Таблица 2.

Поражение болезнями гибридов озимой ржи  
на ЦМС Р- и G-типов (2004-2005 гг.)

Гибрид	Тип ЦМС	Поражение (коэф. Гогуна):	
		бурой ржавчиной	стеблевой ржавчиной
F <sub>1</sub>	P	2,09±0,08	0,014±0,003
	G	2,91±0,07***	0,069±0,008***
F <sub>1</sub> BC <sub>1</sub>	P	1,86±0,08	2,33±0,08
	G	2,42±0,05***	3,26±0,04***

По полученным нами данным (табл. 3), общая кустистость гибридов F<sub>1</sub> на Р-цитоплазме была значительно выше, чем у аналогичных гибридов на ЦМС G-типа. Достоверных различий по продуктивной кустистости между гибридами F<sub>1</sub> с разными цитоплазмами выявлено не было. При беккроссировании общая кустистость гибридов на Р-цитоплазме в абсолютном выражении практически не изменилась и была достоверно больше, чем у гибридов на G-цитоплазме. Продуктивная же кустистость гибридов F<sub>1</sub>BC<sub>1</sub> по сравнению с F<sub>1</sub> снизилась, и у гибридов на ЦМС Р-типа была значительно больше, чем на ЦМС G-типа.

Таблица 3.

Сравнительная характеристика влияния ЦМС Р- и G-типов  
на продуктивность растений озимой ржи и её элементы  
(2004-2005 гг.)

Гибрид	Тип ЦМС	Общая кустистость, шт.	Продуктивная кустистость, шт.	Масса зерна с гл. колоса, г	Масса зерна с растения, г	К хоз.
F <sub>1</sub>	P	16,85±0,62	10,55±0,45	1,46±0,04	7,80±0,46	1:1,73±0,10
	G	15,69±0,54*	10,70±0,41	1,69±0,03***	13,39±0,64***	1:2,07±0,15*
F <sub>1</sub> BC <sub>1</sub>	P	16,80±0,65	9,19±0,42	1,28±0,04	9,00±0,56	-
	G	14,10±0,63***	8,36±0,44**	1,32±0,05	8,49±1,26*	-

Продуктивность колоса гибридов F<sub>1</sub> на ЦМС G-типа была достоверно выше, чем на Р-цитоплазме. При беккроссировании масса зерна с колоса уменьшилась как у гибридов на цитоплазме Р-типа, так и на цитоплазме G-типа, но преимущества гибридов с цитоплазмой G-типа практически исчезли.

Гибриды F<sub>1</sub>, полученные на ЦМС G-типа, по продуктивности растения практически в 2 раза превысили аналогичные гибриды на Р-цитоплазме. Масса зерна с растения гибридов на Р-цитоплазме при беккроссировании, по сравнению с F<sub>1</sub>, увеличилась, а у гибридов на G-цитоплазме – существенно уменьшилась.

По отношению зерна к соломе (К хоз) предпочтительнее выглядели гибриды, полученные на ЦМС Р-типа.

Анализируя в целом данные, приведённые в таблице 3, можно сделать вывод о большем потенциале продуктивности у F<sub>1</sub> гибридов, полученных на G-цитоплазме. Об этом говорит их превосходство по таким показателям, как продуктивность колоса и растения. Аналогичные данные получены и в Белоруссии (Шимко В.Е., Гордей С.И., Гордей И.А. и др., 2007)

При беккроссировании, когда эффект гетерозиса затухает, в более выгодном положении оказываются гибриды на цитоплазме Р-типа, о чём свидетельствует их превосходство над гибридами на ЦМС G-типа практически по всем, приведённым в таблице 3, показателям.

Анализируя подробно продуктивность колоса (табл. 4), следует отметить, что преимущество гибридов на G-цитоплазме по данному показателю как в F<sub>1</sub>, так и F<sub>1</sub>BC<sub>1</sub>, обусловлено лучшей озёрностью.

Таблица 4.

Продуктивность колоса и её элементы у гибридов озимой ржи с разным типом ЦМС (2004-2005 гг.)

Гибрид	Тип ЦМС	Количество:		Озерность, %	Масса зерна с гл. колоса, г	Масса 100 зёрен, г
		цветков	зёрен			
F <sub>1</sub>	P	71,39±	53,30±	77,52±	1,46±	2,62±
		0,67	0,89	0,80	0,04	0,04
F <sub>1</sub>	G	67,30±	65,85±	82,66±	1,69±	2,51±
		0,60***	0,42***	0,73***	0,03***	0,03
BC <sub>1</sub>	P	65,28±	44,89±	69,81±	1,28±	2,56±
		0,74	0,97	1,17	0,04	0,04
BC <sub>1</sub>	G	66,22±	47,94±	73,38±	1,32±	2,32±
		0,79**	1,07***	1,14***	0,05	0,04***

Если в  $F_1$  преимущество можно объяснить в определённой степени большим эффектом гетерозиса, то в отношении  $F_1BC_1$  будет справедливо объяснить это особенностями влияния цитоплазмы G-типа.

Лучшая озернённость гибридов на цитоплазме G-типа может стать убедительным доводом для выбора источника ЦМС как основного для гибридной селекции, так как с данным показателем косвенно, из-за распространения спорыньи, связано качество заготавливаемого продовольственного зерна.

Полученные нами данные по активности  $\alpha$  – амилазы были обработаны двухфакторным дисперсионным анализом (табл. 5), для определения влияния генотипа и типа ЦМС на данный показатель.

Таблица 5.

Активность  $\alpha$  – амилазы гибридов озимой ржи на ЦМС Р- и G-типах (ЧП, с)

Генотип А	Тип ЦМС В		Средние по фактору А (НСР <sub>0,05</sub> =23,53)
	Р	G	
Ок 2	287	308	298
Ок 3	238	243	240
Ок 5	267	343	305
Ок 6	269	318	293
Ок 7	313	256	284
Средние по фактору В (НСР <sub>0,05</sub> =20,29)	275	294	

Как видно из данной таблицы, один из генотипов – Ок 3, существенно отличался от остальных. А так как средние данные по типам ЦМС были на грани существенности различий, то нами дополнительно была проведена обработка результатов определения «числа падения» у гибридов на цитоплазме Р- и G-типов ещё и методом вариационного анализа. Полученные данные свидетельствуют о том, что гибриды, созданные на основе ЦМС G-типа, отличаются меньшей активностью  $\alpha$  – амилазы: «число падения» у гибридов на G-цитоплазме равнялось  $305,35 \pm 3,59$  с, а у полученных на Р-цитоплазме –  $271,4 \pm 3,85$  с ( $P \leq 0,001$ ).

Таким образом, на активность  $\alpha$  – амилазы, по результатам наших исследований, влияет как генотип, так и цитоплазма.

**Выводы.** Анализ экспериментальных данных, полученных в результате наших исследований, позволяет сделать следующие выводы.

1. Гибриды  $F_1$  на ЦМС G-типа уступали гибридам на Р-цитоплазме по таким показателям, как зимостойкость и выживаемость растений, но были более устойчивы к полеганию. Гибриды  $F_1BC_1$  на цитоплазме G-типа оказались более зимостойкими, а по остальным показателям различий между изучаемыми типами цитоплазм отмечено не было.

2. Более устойчивыми к поражению бурой и стеблевой ржавчиной были гибриды  $F_1$  на цитоплазме Р-типа. Данная тенденция сохранилась и при беккроссировании. Отсюда следует, что цитоплазма Р-типа способствует большей устойчивости растений к поражению указанными патогенами.

3. Сравнение влияния ЦМС Р- и G-типов на продуктивность растений гибридов  $F_1$  выявило преимущество последнего. Гибриды же  $F_1BC_1$ , созданные на цитоплазме Р-типа, были более продуктивные.

4. На продуктивность колоса более благотворно влияла цитоплазма G-типа, причём, как в  $F_1$ , так и в  $F_1BC_1$ , о чём свидетельствуют такие показатели, как лучшая озернённость и бóльшая масса зерна с колоса.

5. Гибриды, полученные на основе ЦМС Р-типа, отличаются большей активностью  $\alpha$  – амилазы. На активность  $\alpha$  – амилазы влияние оказывают как генотип, так и цитоплазма.

#### Библиографический список

1. *Вахрушева Э.И.* Влияние восстановления фертильности на продуктивность растений кукурузы с тexasским типом цитоплазматической мужской стерильности / *Э.И. Вахрушева, М.И. Хаджинов* // Генетика.– 1966.– № 10.– С. 134-143.
2. *Вольф В.Г.* Статистическая обработка опытных данных / *В.Г. Вольф*.– М.: Колос, 1966.– 255 с.
3. *Галлеев Г.С.* Итоги изучения и селекционного использования цитоплазматической мужской стерильности / *Г.С. Галлеев* // Селекция растений с использованием ЦМС.– Киев: Урожай, 1966.– С. 32-48.
4. *Гогун Г.В.* Полевая оценка устойчивости гибридов пшеницы к стеблевой ржавчине / *Г.В. Гогун* // Селекция и семеноводство.– 1975.– № 5.– С. 28-31.
5. *Козубенко В.Е.* Цитоплазматическая мужская стерильность в селекции и семеноводстве кукурузы / *В.Е. Козубенко* // Селекция растений с использованием ЦМС.– Киев: Урожай, 1966.– С. 61-67.

6. *Крупнов В.А.* Генная и цитоплазматическая мужская стерильность у растений / В.А. Крупнов.– М.: Колос, 1973.– 277 с.
7. *Стрингфилд Дж.* Взаимодействие генов и цитоплазмы / Дж. Стрингфилд // Гибридная кукуруза.– М.: Колос, 1964.– С. 74-82.
8. *Шимко В.Е.* Особенности проявления эффекта гетерозиса у гибридов F<sub>1</sub> озимой ржи (*Secale cereale* L.) по элементам продуктивности / В.Е. Шимко, С.И. Гордей, И.А. Гордей, Э.П. Урбан, Д.Ю. Артюх // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Белоруси.– Минск: ИВЦ Минфина, 2007.– С. 24-27.
9. *Melz Gi.* Genetics of male-sterile rye of «G-type» with results of the first F<sub>1</sub>-hybrids / Gi. Melz, Gu. Melz, F. Hartmann // Proceedings of Eucarpia rye meeting.– Radzikow, Poland.– 2001.– P. 43-50.

На аналогах проведено порівняльне вивчення впливу двох типів ЦЧС на продуктивність рослин озимого жита, її елементів та стійкість рослин до впливу несприятливих умов середовища. Показано, що гібриди F<sub>1</sub>, отримані на ЦЧС R-типу, більш стійкі до вивчених несприятливих умов середовища, виключно стійкості до проростання зерна на пні. Але вони були менше продуктивні, ніж гібриди на G-цитоплазмі.

By means of the analogues a comparative study of the influence of two CMS types on winter rye plant producing capacity, its elements and plant resistance to unfavorable environmental conditions is done. It is shown that F<sub>1</sub> hybrids, bred on CMS R-type are more resistant to the studied environmental conditions with the exception of resistance to seed sprouting in stands. But they were less productive than the hybrids on G-cutoplasm.