



УДК 631.528:633.111.1

Л.А. Кротова,  
Н.А. Поползухина

## ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ МУТАГЕНОВ НА ВЗАИМОСВЯЗИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

**Ключевые слова:** яровая пшеница, химические и биологические мутагены, мутант, гибрид, корреляция, генотипическая среда.

На величину каждого биологического признака оказывают влияние и генетические и средовые факторы, в том числе и случайные, что вызывает варьирование признака. Отсюда зависимость между признаками приобретает не функциональный, а статистический характер, когда определенному значению одного признака соответствует целая гамма числовых значений другого признака [1]. Мутационные воздействия нарушают сложившуюся и генетически обусловленную систему корреляций. Возможность изменения характера и направления корреляционных связей при мутагенезе имеет не только несомненный теоретический интерес, но может быть перспективна и с точки зрения разрушения нежелательных и создания более благоприятных связей между селекционно-ценными признаками, что, в свою очередь, будет способствовать повышению эффективности отбора в селекции [2]. Цель наших исследований состояла в том, чтобы изучить связь между основными селекционными признаками у мягкой пшеницы и влияние на эту связь химических и биологических мутагенов, факторов внешней среды и генотипической среды.

### Материал и методика

В работе представлены результаты изучения сортов яровой пшеницы; полученных при воздействии химического му-

тагена нитрозодиметилмочевины на сорт Лютесценс 65 мутантов: Мутант 753, Мутант 735, Мутант 777; и рекомбинантов, полученных воздействием вируса штриховатой мозаики ячменя (ВШМЯ) на сорта Лютесценс 65 – Р 2468, Омская 23 – Р 2411 и Лютесценс 1917 – Р 2362. Посев сортов, мутантов и гибридов проводили в 1992 и 1993 годах вручную на 2-метровых рядах, площадь питания растения 5x20 см<sup>2</sup>. Растения убирали с корнями и анализировали по хозяйственно-ценным признакам. Коэффициенты корреляции (r) рассчитывали по специальной программе на ЭВМ «Минск-32». Оценка коэффициентов корреляции проводилась по следующей классификации: при  $r < 0,3$  связь является слабой; при  $0,3 < r < 0,7$  – средней; при  $r > 0,7$  – сильной.

Изучали корреляционные связи между продуктивностью растения (МЗР) и главными составляющими её элементами: высотой растения (В), общей и продуктивной кустистостью (ОК, ПК), количеством колосков, зёрен и массой зерна главного колоса (КК, КЗ, МЗК), массой 1000 зёрен (М 1000). Южная лесостепь Омской области, где находятся опытные поля, характеризуется теплым умеренно увлажненным климатом с частыми атмосферными засухами. Почвы лугово-черноземные, благоприятные для выращивания пшеницы. Метеорологические условия в годы проведения опытов были контрастными, что позволило достоверно изучить и оценить гибриды и родительские формы яровой пшеницы по основным хозяйственно-ценным признакам. В 1992 г. наблюдался

недобор положительных температур, и количество осадков было на уровне среднемноголетних, а в 1993 г. температура была на уровне среднемноголетних данных, и выпало избыточное количество осадков. Условия 2004 г. отличались от среднемноголетних более высокими температурами и меньшим количеством осадков в первый период вегетации, а в 2005 г. температура была несколько ниже предшествующего года, но осадков было гораздо больше. В 2006 г. были более высокие температуры и меньшее количество осадков, по сравнению со среднемноголетними показателями.

### Результаты исследований

У исходного сорта Лютесценс 65 в первый год исследований тесные связи были отмечены между продуктивностью и высотой растения, общей и продуктивной кустистостью, озернённостью и продуктивностью колоса (табл. 1).

Мутанты имели иной характер взаимосвязей: так, у Мутанта 753 достоверная корреляционная зависимость имела место лишь между продуктивностью растения и его высотой; у Мутанта 735 и Мутанта 777 корреляции между продуктивностью растения и количеством колосков и зёрен колоса, массой 1000 зёрен были существенно ниже, чем у исходного сорта. Рекомбинант Р 2468 имел более тесную связь продуктивности растения с высотой, количеством колосков в колосе и массой 1000 зёрен и менее тесную – с кустистостью растения по сравнению с исходной формой.

Исходный сорт Омская 23 имел достоверные и высокодостоверные связи между продуктивностью растения и её компонентами, а полученный на его основе Р 2411 характеризовался отсутствием устойчивой достоверной связи между продуктивностью растения и общей кустистостью, продуктивной кустистостью, массой 1000 зёрен. Иными по сравнению с исходной формой Лютесценс 1917 корреляционными связями характеризовался и Р 2362, особенно изменился характер взаимосвязи между продуктивностью растения и массой 1000 зёрен: от низкой до достаточно высокой достоверной.

Поскольку разные органы растения формируются на различных этапах онтогенеза, а условия среды в течение вегетационного периода не остаются постоянными, с изменением условий среды степень проявления корреляций изменяется. В наших

опытах условия выращивания оказали существенное влияние на характер сопряженных связей между признаками как у исходных сортов, так и у мутантов (табл. 1).

В следующем году сохранилась высокая достоверная связь продуктивности растения с общей и продуктивной кустистостью у Лютесценс 65, снизилась теснота связи с массой зерна колоса и высотой растения, отсутствовала связь продуктивности растения с количеством зёрен главного колоса, связь с массой 1000 зёрен была достоверной. У Мутанта 753 усилились связи продуктивности растения со всеми признаками, за исключением высоты растения и массы 1000 зёрен, у Мутанта 735 и Мутанта 777 корреляции были схожи с исходной формой, лишь с массой 1000 зёрен у мутантов связь была существенно слабее. У рекомбинанта Р 2468 условия среды также отразились на характере взаимосвязи между признаками: отмечены достоверная сильная связь продуктивности растения с общей и продуктивной кустистостью, достоверная средняя связь с количеством колосков и массой зерна колоса.

Существенные изменения корреляционных связей наблюдались у сорта Омская 23 – достоверная связь продуктивности растения сохранилась только с общей кустистостью, у рекомбинанта Р 2411 условия среды также изменили сопряжённость признаков – связь продуктивности растения с общей и продуктивной кустистостью была теснее, с массой зерна колоса корреляция снизилась, но осталась достоверной, а с массой 1000 зёрен корреляция была выше, чем в предыдущем году.

У Лютесценс 1917 только связь массы зерна и высоты растения снизилась и была недостоверной, а на корреляцию с остальными признаками условия среды особого влияния не оказали. Совершенно другая картина наблюдалась у рекомбинанта Р 2362 – сохранилась тесная достоверная связь продуктивности растения с общей и продуктивной кустистостью, с остальными признаками уровень связей снизился и был недостоверным.

При мутагенезе возникает возможность изменения направления и характера корреляционных связей, в том числе и при переносе мутантного гена в новую генотипическую среду. Было установлено, что при скрещивании хемомутантов с разными сортами яровой пшеницы наблюдалось изменение корреляционных связей между признаками [3].

Таблица 1

Корреляционная зависимость ( $r$ ) между продуктивностью растения и основными её элементами у исходных сортов, мутантов, рекомбинантов

$r$	Лют. 65 исх. сорт		Мутант 753		Мутант 735		Мутант 777		Р 2468		Омская 23 исх. сорт		Р 2411		Лют. 1917 исх. сорт		Р 2362	
	1992 г.	1993 г.	1992 г.	1993 г.	1992 г.	1993 г.	1992 г.	1993 г.	1992 г.	1993 г.	1992 г.	1993 г.	1992 г.	1993 г.	1992 г.	1993 г.	1992 г.	1993 г.
МЗР-В	0,82*	0,27	0,89*	0,49*	0,48*	0,16	0,53*	0,21	0,97*	0,45	0,55*	0,31	0,83*	0,17	0,64*	0,32	0,59*	-0,14
- ОК	0,68*	0,55*	0,74	0,80*	0,54*	0,66*	0,78*	0,83*	-0,18	0,61*	0,59*	0,62*	0,13	0,62*	0,36	0,65*	0,74*	0,87*
- ПК	0,85*	0,77*	0,79	0,84*	0,83*	0,77*	0,79*	0,89*	0,54	0,77*	0,70*	0,68	0,49	0,87*	0,83*	0,78*	0,89*	0,84*
- КК	0,66	0,20	-0,07	0,47*	0,16	0,09	0,29	-0,05	0,74	0,38*	0,40*	0,31	0,64*	0,43	0,46	0,46*	0,49	0,20
- КЗ	0,95*	0,00	0,34	0,52*	0,45	0,14	0,49	0,33	0,99*	0,27	0,53**	-0,22	0,67*	0,14	0,60*	0,49*	0,57*	0,11
- МЗК	0,99*	0,37*	0,61	0,54*	0,52*	0,84*	0,61*	0,50*	0,97*	0,47*	0,68*	-0,01	0,69*	0,48*	0,60*	0,66*	0,74*	0,23
- М1000	0,52	0,43*	0,25	0,00	0,11	0,05	0,48	0,24	0,62	0,26	0,48*	0,38	0,33	0,62*	0,16	0,26	0,61*	0,09

Достоверно при  $P_{0,05}$ \*

Таблица 2

Корреляционная зависимость ( $r$ ) между продуктивностью растения и основными её элементами у гибридов  $F_2$

$r$	Р 2468 х Лют. 65		Р2468х БСК21		Р 2411 х Омская 23		Р2411 х БСК21		Р 2362 х Лют.1917		Р2362х БСК 21	
	1992 г.	1993 г.	1992 г.	1993 г.	1992 г.	1993 г.	1992 г.	1993 г.	1992 г.	1993 г.	1992 г.	1993 г.
МЗР - В	0,57*	0,13	0,19	0,65*	0,01	0,37*	0,49	0,57*	0,48*	0,48*	0,48*	0,48*
- ОК	0,68*	0,73*	0,53*	0,24	0,66*	0,68*	0,58*	0,71*	0,69*	0,69*	0,69*	0,69*
- ПК	0,82*	0,72*	0,63*	0,37*	0,84*	0,76*	0,91*	0,86*	0,77*	0,77*	0,77*	0,77*
- КК	0,64*	0,19	0,31*	0,15	0,07	0,20	0,17	0,37*	0,63*	0,63*	0,63*	0,63*
- КЗ	0,47*	0,32*	0,34*	0,57*	0,13	0,24	0,68*	0,43*	0,53*	0,53*	0,53*	0,53*
- МЗК	0,53*	0,24	0,40*	0,77*	0,12	0,41*	0,71*	0,54*	0,57*	0,57*	0,57*	0,57*
- М1000	0,58*	0,00	0,18	0,72*	0,06	0,50*	0,49	0,32*	0,21	0,21	0,21	0,21

Достоверно при  $P_{0,05}$ \*

Таблица 3

Характеристика ржавчиноустойчивых гибридов

Сорт, гибрид	Вегетационный период, сут.	Поражаемость бурой ржавчиной, балл/%		Урожайность т/га
		2004 г.	2006 г.	
Омская 29, стандарт	78	4/100	4/60	3,53
Мутант 777 х М 841	80	0/0	0/10	3,73
Омская 18, стандарт	83	4/100	4/80	3,87
Мутант 777 х 4042/93	86	0/0	0/0	3,40

При скрещивании рекомбинантов с исходными формами и сортом БСК 21 теснота связей зависела и от условий внешней среды, и от генотипической среды (табл. 2).

Так, у гибрида  $F_2$  рекомбинанта Р 2468 с исходным сортом в первый год исследований корреляционная зависимость продуктивности растений со всеми признаками была достоверной средней или сильной. Во второй год исследований тесная связь сохранилась с общей и продуктивной кустистостью и средняя с количеством зёрен колоса, а у гибрида Р 2468 с БСК – 21 в этом же году достоверная средняя связь наблюдалась с количеством колосков, зёрен и продуктивностью колоса, общей и продуктивной кустистостью.

У гибрида  $F_2$  рекомбинанта Р 2411 с исходным сортом корреляционные связи менялись в зависимости от условий года: наличие достоверных средних и сильных связей в первый год и недостоверные слабые связи во второй, за исключением связи с общей и продуктивной кустистостью. Генотипическая среда также оказала влияние на корреляцию: у гибридов с БСК 21 достоверные средние связи наблюдались и с высотой растения, массой зерна колоса, массой 1000 зёрен.

У гибрида  $F_2$  рекомбинанта Р 2362 с исходной формой в первый год исследований корреляции были на уровне рекомбинанта, а во второй год – резко отличались, были более тесными и достоверными. Генотипическая среда изменила силу взаимосвязей, у гибрида  $F_2$  рекомбинанта Р 2362 с БСК 21 были более тесные связи продуктивности растения с количеством колосков и зёрен колоса, и менее тесные с массой 1000 зёрен.

Таким образом, в результате исследований установлено, что мутационные воздействия нарушают сложившуюся и генетически обусловленную систему корреляций. Характер изменений этой системы может стать источником ценной информации как об изменениях, индуцированных мутагенами, так и о генетической системе, контролирующей количественные признаки. В результате исследований создан сорт яровой мягкой пшеницы Славянка Сибири (Мутант 777), в 2002 г. включённый в Госреестр селекционных достижений России. Сорт среднеспелый,

высокоурожайный, имеет высокие показатели качества зерна, особенно по содержанию белка и клейковины, высокоустойчив к полеганию и осыпанию.

Кроме того, мутанты были включены в различные программы скрещиваний. Например, скрещивание с образцами, несущим гены устойчивости к бурой ржавчине, позволило получить ржавчиноустойчивые формы, представляющие несомненную перспективу для селекции. Так, гибриды Мутанта 777 практически не поражались бурой ржавчиной на инфекционном фоне, а по урожайности были на уровне или выше соответствующего по вегетационному периоду стандарта (табл. 3).

### Выводы

Химические и биологические мутагены изменяют направление и характер корреляционных связей, все изучаемые мутанты и рекомбинанты характеризовались изменением комплекса: продуктивность растения – составляющие её компоненты; условия внешней среды оказывали существенное влияние на характер корреляционных связей, стабильно тесная связь продуктивности растения наблюдалась с общей кустистостью, продуктивной кустистостью и массой зерна главного колоса; генотипическая среда существенно модифицирует характер взаимосвязи между признаками, что позволяет рекомендовать включение мутантов в скрещивания с целью создания нового ценного материала для селекции.

### Библиографический список

1. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М., 1980. – 293 с.
2. Сальникова Т.В. Количественные признаки и корреляционные зависимости между ними у различных морфологических мутантов озимой мягкой пшеницы / Т.В. Сальникова, Е.В. Пыльнев, А.В. Боброва и др. // Химический мутагенез и проблемы селекции. – М., 1991. – С. 92-101.
3. Кротова Л.А. Влияние мутагенных факторов и генотипической среды на характер корреляционных связей между признаками у яровой пшеницы / Л.А.Кротова // Известия СПбГАУ. – 2010. – № 18. – С. 29-31.

