

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES

ISSN 2224-526X

Volume 2, Number 38 (2017), 162 – 166

M. A. Bekhzad, Zh. Zh. Zhumashev

Kazakh national agrarian university, Almaty, Kazakhstan

**CHEMICAL MUTAGENESIS AS A METHOD OF CREATING
AN INITIAL MATERIAL FOR BREEDING OF SOFT WHEAT**

Abstract. This article shows the importance of experimental mutagenesis to expand genotypic diversity of soft wheat, the possibility of using chemical mutagenesis in combination with hybridization to obtain source material and create new soft wheat varieties.

Keywords: induced mutagenesis, chemical mutagens, mutants, soft wheat, hybridization, genotypic changeability.

УДК 633.113.9:575.224

М. А. Бехзад, Ж. Ж. Жумашев

Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

**ХИМИЧЕСКИЙ МУТАГЕНЕЗ КАК МЕТОД СОЗДАНИЯ
ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ**

Аннотация. В статье показано значение экспериментального мутагенеза для расширения генотипического разнообразия мягкой пшеницы, а также возможность использования химического мутагенеза в комплексе с гибридизацией для получения исходного материала и создания новых сортов мягкой пшеницы.

Ключевые слова: индуцированный мутагенез, химические мутагены, мутанты, мягкая пшеница, гибридизация, генотипическая изменчивость.

Введение. Мутации, спонтанные или естественные, а также индуцированные, являются основной наследственной изменчивости всех живых организмов. Спонтанные наследственные перемены в генах и хромосомах наступают под влиянием многих причин как внешнего, так и внутреннего порядка. К первым могут быть отнесены физические факторы, связанные с коротковолновым излучением земного происхождения, приходящим от солнца или из космоса, и химические вещества среды, в том числе синтезируемые другими организмами. Вторые состоят из мутагенов, встречающихся в организме, и представлены в основном активными полупродуктами нормального синтеза. Природные химические мутагены в эволюции, а синтетические в руках экспериментаторов увеличивают потенциал генетического разнообразия; возникающие при этом мутации используются в естественном и искусственном отборе [1].

Любые изменения генетического материала, возникающие в природе, могут быть индуцированы физическими (ультрафиолетовые лучи, коротковолновая радиация и другие), биологическими (вирусы) и химическими мутагенами с гораздо большей частотой, чем спонтанные. Разработка способов искусственного создания мутаций открыла возможности значительного ускорения селекции путём применения мутагенов, что даёт селекционеру больший исходный материал для отбора, чем при использовании одних только гораздо более редких спонтанных мутаций [2].

Природные химические мутагены в эволюции, а синтетические в руках экспериментаторов увеличивают потенциал генетического разнообразия, а возникшие мутации используются в есте-

ственным и искусственным отборе. Использование в генетических опытах химических мутагенов, обладающих заметным преимуществом по сравнению с физическими мутагенами, вызвало их широкое применение в селекции микроорганизмов, растений и животных, в защите растений, медицине и ряде других отраслей. Химические мутагены в десятки тысяч раз увеличивают естественную изменчивость растений, вызывают огромное разнообразие наследственно-изменчивых форм. И.А. Рапопорт с соавторами отмечает, что преимуществом химических соединений перед радиацией является большая частота индуцируемых ими точечных мутаций, среди которых обнаруживается больше полезных для селекции мутантов, чем хромосомных перестроек [1]. Открытие высокоэффективных химических мутагенов (супермутагенов), отличающихся высокой интенсивностью, замечательной упорядоченностью и высокой спецификой действия на наследственность, позволило широко использовать метод экспериментального мутагенеза в селекции сельскохозяйственных культур [3].

Наличие и взаимодействие всех факторов специфичности мутационного процесса дают широкий спектр мутаций, значительная часть которых имеет большое селекционное значение. Повышение генетического варьирования селекционного материала касается самого широкого разнообразия хозяйственно-ценных признаков. Использование метода экспериментального мутагенеза позволило получить ряд сортов и перспективных мутантов пшеницы, совмещающих высокую урожайность с повышенным содержанием белка и улучшенным его качеством [4]; устойчивые к грибным заболеваниям мутанты пшеницы, которые служат как ценным исходным материалом при непосредственном вовлечении в селекционный процесс, так и донорами признака устойчивости к болезням [5]; мутанты озимой пшеницы, совмещающие высокую продуктивность с устойчивостью к полеганию и болезням, хорошее качество зерна с высокой зимостойкостью [6]; скороспелые высокопродуктивные мутанты у позднеспелых форм яровой пшеницы [7].

Мутагенез и другие методы только создают исходный материал для отбора, обеспечивающего получение форм, с нужным сочетанием признаков. Основой любого отбора является оценка той или иной комбинации генов, образовавшейся в результате совмещения родительских гамет. Сочетание гибридизации с мутагенезом расширяет масштаб исходного материала за счёт снятия генетических барьеров, в силу которых в руках различных селекционеров при гибридизации оказались одни и те же стереотипы полезных признаков. Использование мутантов, возникших в уже существующих видах и сортах, позволяет оперировать небывало выгодными пропорциями положительных признаков (по отношению к отрицательным) на гомогенном основном фоне генома культурного сорта, кроме того, в качестве материала для скрещивания могут служить индуцированные положительные признаки, не встречающиеся в природе [8].

Возможно также, что мутации, оказавшиеся неблагоприятными в исходной генотипической среде, дают более благоприятные результаты после скрещиваний и рекомбинаций, в большинстве случаев потенциальные возможности мутантной формы выявляются лишь в результате гибридизации. При комбинировании мутаций наблюдается не простое суммирование признаков, а интеграция новых качеств; поэтому нередко комбинирование мутаций приводит к развитию новых свойств и даже к появлению совершенно неожиданных новообразований [9].

В гибридном генотипе, полученном при участии мутантов, взаимодействуют два источника изменчивости – комбинативная и мутационная. В потомстве гибридов, полученных на мутантной основе, возникает третий тип изменчивости – рекомбинативный, представляющий наибольший интерес для практической селекции [10]. Комбинирование индуцированной мутационной изменчивости с гибридной способствует более богатому формообразовательному процессу и увеличению вариабельности некоторых ценных хозяйственных признаков и качеств. Метод сочетания гибридной и мутационной изменчивости даёт такой спектр макро- и микроизменений, способный выйти за пределы родительских сортов, что создаёт оригинальные и ценные для селекции формы растений [11].

Индуцированные мутации могут и должны иметь разнообразное применение в селекции растений. В лаборатории экспериментального мутагенеза СибНИИСХ для получения исходного материала были использованы химические, физические и биологические мутагены, проведены межмутантные и мутантно-сортовые скрещивания [12]. Так, создание сибирского генофонда мутантов озимой пшеницы и использование его в селекции яровой показало перспективность

данного направления в селекции культуры [13]. Созданные сорта 3 яровой и озимой мягкой пшеницы характеризуются высокой урожайностью зерна с хорошими мукомольными и хлебопекарными свойствами, устойчивостью к засухе, полеганию, поражению твёрдой, пыльной головнёй и бурой ржавчиной [14].

Объекты и методы. Объектами исследований служили сорта мягкой пшеницы, хемомутанты, мутантно-сортовые и межмутантные гибриды яровой пшеницы. В исследованиях использовали химические мутагены нитрозозетилмочевину (НЭТМ), нитрозодиметилмочевину (НДММ), нитрозодиэтилмочевину (НДЭМ), этиленимин (ЭИ), диметилсульфат (ДМС), диэтилсульфат (ДЭС), 1,4-бисдиазоацетилбутан (ДАБ), в трёх концентрациях. Полученные хемомутанты использовали в различных комбинациях скрещиваний с изучением гибридных популяций F1, F2 и последующих поколений.

Результаты исследований. Изучены влияние химических мутагенов на позднеспелый сорт яровой мягкой пшеницы Лютесценс 65 и получены различные макромутации: низкорослые, скороспелые, позднеспелые, других разновидностей. Большее количество макромутаций получено под воздействием мутагенов ДАБ, НДЭМ, ДЭС, но ДАБ дал большое количество позднеспелых семей, для наших исследований наибольший интерес представили химические мутагены НДММ, ДЭС и НДЭМ, под влиянием которых получено большее количество скороспелых семей.

У исходного сорта период всходы - колошение, который имеет высокую корреляционную зависимость с продолжительностью вегетационного периода, составил 46 дней, полученные мутанты М5 имели данный период короче на 1-13 дней. Большее количество скороспелых мутантов получено воздействием НДММ и НДЭМ (35 и 30 мутантов соответственно), наименьшее – ДМС (6 мутантов). Наблюдалась и разница во влиянии концентраций мутагенов, так НДММ и ЭИ индуцировали появление скороспелых форм в низких концентрациях (0,012 и 0,005% соответственно), НДЭМ и ДЭС – в высоких и средних, НЭТМ – в средних (0,04%). При сокращении вегетационного периода мутанты имели продуктивность на уровне, ниже или даже выше исходного сорта. Больше скороспелых форм, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков, получено химическими мутагенами НДММ и НДЭМ [15].

Включение мутантов в программы скрещиваний с различными сортами яровой пшеницы в Омском аграрном университете имени П.А. Столыпина (всего в ОмГАУ получено в 1990 - 2008 годах около 250 комбинаций с участием хемомутантов) показало, что мутанты способствуют улучшению отдельных количественных признаков и продуктивности растения в целом. Использование мутантов в гибридизации позволило создать новый исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы. Скрещивание хемомутантов с сортами и линиями яровой пшеницы позволило получить ценный исходный материал для селекции, испытывающийся в различных питомниках селекционного процесса. Гибридные популяции, полученные с участием мутантов, характеризовались высокой потенциальной урожайностью и адаптивностью к факторам внешней среды.

В таблице 1 показаны результаты испытания некоторых гибридов контрольного питомника, полученных с участием мутантов: Мутант 721 получен воздействием НЭТМ 0,04%, Мутант 731 и Мутант 758 – ЭИ 0,005%, Мутант 759 и Мутант 746 – НДЭМ 0,01 и 0,02%, Мутант 536 – ДЭС 0,025%. Выделенные формы по продолжительности вегетационного периода являются среднеранными и среднеспелыми, более устойчивы к листовым патогенам, по урожайности находятся на уровне соответствующего по вегетационному периоду стандарта или превышают его.

Изучение в конкурсном сортоиспытании Лютесценс 43-04 (получен из гибридной популяции (Лютесценс 4-94 х Мутант 536) х Терция) и Лютесценс 162-00 (получен при скрещивании мутантов Мутант 536 и Мутант 758) позволило отнести новые сорта к группе среднеранних, значительно превышающих по урожайности соответствующий стандарт (таблица 2).

Выводы.

1. Использование высокоэффективных химических мутагенов, отличающихся высокой интенсивностью, хорошей упорядоченностью и высокой спецификой действия на наследственность, позволяет широко использовать метод экспериментального мутагенеза в селекции сельскохозяйственных культур, том числе для получения исходного материала для создания новых сортов мягкой пшеницы

2. Изменения генетического материала, химическими мутагенами даёт большой спектр макро- и микроизменений, способные выйти за пределы родительских сортов, что создаёт оригинальные и ценные для селекции сорта и формы растений.

Таблица 1 – Характеристика мутантно- сортовых гибридов(контрольный питомник)

Селек- ционный №	Комбинация, Сорт	Вегета- ционный период, сутки	Устойчи- вость к мучнистой росе, балл	Поражение бурой ржавчиной, балл/%	Урожай- ность, т/га	Прибавка к стандарту
2015 г.						
70	Алтайская степная х Мутант 721	76	5	4/10	3,07	- 0,27
81	Лют. 152-90 х Мутант 731	77	5	4/10	2,66	- 0,68
St	Чернява 13	77	6	4/25	3,34	
4	(Лют. 7 х Мутант 731) х Терция	80	6-7	0	3,06	+0,14
21	Мутант 562 х Нива 2	79	5	4/10	2,63	
85	Лют. 74-93 х Мутант 731	80	5	4/40	2,84	- 0,29
87	15Gg х Мутант 758	81	5	4/40	3,03	- 0,08
St	Эритроспермум 59	81	7	4/25	2,92	+0,11
	НСР05				0,50	
2016 г.						
13	(Эр59хИртышанка10) Мутант536	72	6	0	1,98	- 0,41
45	Мутант 758 х Омская 32	69	5	ед.	3,50	+ 1,11
46	Мутант 759 х Омская 32	69	5	ед.	2,60	+ 0,21
50	Мутант 536 х Чернява 13	68	6	4/5	3,41	+ 1,02
52	Мутант 746 х Эритроспермум 819	68	6	10	2,29	- 0,10
53	Мутант 746 х Эритроспермум 922	70	6	ед.	1,92	- 0,47
54	Мутант 746 х Эритроспермум 922	70	6	0	3,42	+ 1,03
St	Чернява 13.	71	5,5	4/40	2,39	–
	НСР05				0,32	

Таблица 2 – Веgetационный период и урожайность зерна сортов яровой пшеницы. Конкурсное сортоиспытание

Сорт	Веgetационный период, сутки				Урожайность зерна, т /га			
	2015 г.	2015 г.	2016 г.	Ср.	2015г.	2015г.	2016 г.	Ср.
Памяти Азиева, st	74	77	71	74	3,19	2,73	2,73	2,88
Омская 29, st	77	79	74	77	3,84	2,92	2,82	3,19
Омская 35, st	81	81	77	80	4,12	3,50	3,84	3,82
Лютесценс 43-04	76	78	71	75	3,47	3,20	3,64	3,44
Лютесценс 162-00	75	78	71	75	4,04	3,12	3,36	3,51
НСР ₀₅					0,12	0,50	0,18	0,27

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рапопорт И.А. Химический мутагенез: проблемы и перспективы / И.А. Рапопорт, И.Х. Шигаева, И.Б. Ахматуллина. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1980. – 320 с.
- [2] Гершензон С.М. Основы современной генетики/ С.М.Гершензон. – Киев: Наукова думка, 1979. – 508 с.
- [3] Рапопорт И. А. Перспективы применения химического мутагенеза в селекции / И. А. Рапопорт //Химический мутагенез и селекция. – М.: Наука, 1971. – С. 3-13.
- [4] Сичкар В.И. Улучшение зерновых и бобовых культур по содержанию и качеству белка методом экспериментального мутагенеза / В.И. Сичкар // Генетика. – 1976. – Т. 12, № 2. – С. 145- 153.
- [5] Эйгес Н.С. Устойчивые к мучнистой росе мутанты озимой пшеницы, полученные при действии этиленмина / Н.С.Эйгес // Химический мутагенез и гибридизация. – М.: Наука, 1978. – С. 54-64.
- [6] Рыжов А.В. Селекция озимой пшеницы и перспективы её возделывания в условиях Сибири / А.В.Рыжов, Н.В.Бурмакина // Генетические основы селекции. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 120-135.

- [7] Рутц Р.И. Комбинационная ценность мутантов озимой пшеницы по морозостойкости / Р.И. Рутц, В.Р.Борадулин, Л.И. Суркова // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур в Западной Сибири. – Новосибирск, 1984. – С. 70-73.
- [8] Рутц Р.И. Химический мутагенез в селекции яровой пшеницы / Р.И. Рутц, Л.А.Кротова // Селекция зерновых культур в Западной Сибири. – Новосибирск, 1992. – С. 14-22.
- [9] Шмальгаузен И.И. Пути и закономерности эволюционного процесса / И.И.Шмальгаузен. – М.: Наука, 1983. – 360 с.
- [10] Володин В. Г. Фенотипическая изменчивость гибридов пшеницы от скрещивания радиационных мутантов с сортами / В.Г. Володин, А.В. Елеф // Изменчивость и отбор. – Мн.: Наука и техника, 1980. – С. 81-88.
- [11] Кротова Л.А. Использование генетического потенциала мутантов озимых форм в селекции мягкой пшеницы Западной Сибири / Л.А.Кротова, Е.Я.Белецкая, Н.А.Поползухина. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2012. – 198 с.
- [12] Рутц Р.И. Научные основы и практические результаты селекции яровой мягкой пшеницы и озимых мятликовых культур в Западной Сибири / Р.И.Рутц // РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИСХ. – Новосибирск, 2005. – 624 с.
- [13] Кротова Л.А. Использование генетического потенциала мутантов озимых форм в селекции яровой пшеницы Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Л.А.Кротова. – Новосибирск, 1990. – 17 с.
- [14] Поползухина Н.А. Генетический потенциал мутантов в создании сортов яровой мягкой пшеницы для Западно-Сибирского региона / Н.А. Поползухина, В.В. Лёушкина, Н.Г.Мазепа, Л.А.Кротова // Экспериментальный мутагенез в биологии и сельском хозяйстве: М-лы Междун. научно-практ. конф.: Сб. научных трудов. – Киров: Вятская ГСХА, 2009. – С. 100-105.
- [15] Кротова Л.А. Эколого-генетическая роль химических мутагенов в повышении генотипической изменчивости при создании сортов мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири: Автореф. дис. ... доктора с.-х. наук. – Тюмень, 2013. – 32 с.

REFERENCES

- [1] Rapoport I.A. Himicheskij mutagenез: problemy i perspektivy / I.A. Rapoport, I.H. Shigaeva, I.B. Ahmatullina. Alma-Ata: Nauka Kaz. SSR, 1980. 320 p.
- [2] Gershenzon S.M. Osnovy sovremennoj genetiki / S.M.Gershenzon. Kiev: Naukova dumka, 1979. 508 p.
- [3] Rapoport I. A. Perspektivy primeneniya himicheskogo mutagenезa v selekcii / I. A. Rapoport // Himicheskij mutagenез i selekcija. M.: Nauka, 1971. P. 3-13.
- [4] Sichkar' V.I. Uluchshenie zemnykh i bobovykh kul'tur po soderzhaniju i kachestvu belka metodom jeksperimental'nogo mutagenезa / V.I. Sichkar' // Genetika. 1976. Vol. 12, N 2. P. 145- 153.
- [5] Jejges N.S. Ustojchivye k muchnistoj rose mutanty ozimoy pshenicy, poluchennye pri dejstvii jetilenimina / N.S.Jejges // Himicheskij mutagenез i gibridizacija. M.: Nauka, 1978. P. 54-64.
- [6] Ryzhov A.V. Selekcija ozimoy pshenicy i perspektivy ejo vozdeleyvaniya v uslovijah Sibiri/ A.V.Ryzhov, N.V.Burma-kina // Geneticheskie osnovy selekcii. Novosibirsk: Nauka, 1982. P. 120-135.
- [7] Rutc R.I. Kombinacionnaja cennost' mutantov ozimoy pshenicy po morozostojkosti / R.I. Rutc, V.R. Boradulin, L.I. Surkova // Selekcija i semenovodstvo sel'skohozjajstvennykh kul'tur v Zapadnoj Sibiri. Novosibirsk, 1984. P. 70-73.
- [8] Rutc R.I. Himicheskij mutagenез v selekcii jarovoj pshenicy / R.I. Rutc, L.A.Krotova // Selekcija zemnykh kul'tur v Zapadnoj Sibiri. Novosibirsk, 1992. P. 14-22.
- [9] Shmal'gauzen I.I. Puti i zakonornosti jevoljucionnogo processa / I.I.Shmal'gauzen. M.: Nauka, 1983. 360 p.
- [10] Volodin V. G. Fenotipicheskaja izmenchivost' gibridov pshenicy ot skreshhivaniya radiacionnykh mutantov s sortami / V.G. Volodin, A.V. Elef // Izmenchivost' i otbor. Mn.: Nauka i tehnik, 1980. P. 81-88.
- [11] Krotova L.A. Ispolzovanie geneticheskogo potenciala mutantov ozimyh form v selekcii m'agkoj pshenicy Zapadnoj Sibiri / L.A.Krotova, E.Ja.Beleckaja, N.A.Popolzuhina. Omsk: Izd-vo FGOU VPO OmGAU, 2012. 198 p.
- [12] Rutc R.I. Nauchnye osnovy i prakticheskie rezul'taty selekcii jarovoj m'agkoj pshenicy i ozimyh m'jatl'kovykh kul'tur v Zapadnoj Sibiri / R.I.Rutc // RASHN. Sib. otd-nie. SibNIISH. Novosibirsk, 2005. 624 p.
- [13] Krotova L.A. Ispolzovanie geneticheskogo potenciala mutantov ozimyh form v selekcii jarovoj pshenicy Zapadnoj Sibiri: Avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk / L.A.Krotova. Novosibirsk, 1990. 17 p.
- [14] Popolzuhina N.A. Geneticheskij potencial mutantov v sozdanii sortov jarovoj m'agkoj pshenicy dlja Zapadno-Sibirskogo regiona/N.A. Popolzuhina, V.V. Ljoushkina, N.G.Mazepa, L.A.Krotova // Jeksperimental'nyj mutagenез v biologii i sel'skom hozjajstve: M-ly Mezhdun. nauchno-prakt. konf.: Sb. nauchnykh trudov. Kirov: Vjatskaja GSHA, 2009. P. 100-105.
- [15] Krotova L.A. Jekologo-geneticheskaja rol' himicheskikh mutagenov v povyshenii genotipicheskoi izmenchivosti pri sozdanii sortov m'agkoj pshenicy v uslovijah Zapadnoj Sibiri: Avtoref. dis. ... doktora s.-h. nauk. Tjumen', 2013. 32 p.

М. А. Бекзат, Ж. Ж. Жұмашев

Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан

ХИМИЯЛЫҚ МУТАГЕНЕЗДІ ЖҰМСАҚ БИДАЙ СЕЛЕКЦИЯСЫНА ҚАЖЕТ МАТЕРИАЛ ДАЙЫНДАУҒА ПАЙДАЛАНУ ӘДІСІ

Аннотация. Мақалада эксперименталдық мутагенездің жұмсақ бидайдың әртүрлі генотиптік формаларын алудағы маңызы және химиялық мутагенезді будандастырумен бірге пайдалану арқылы бастапқы материал және жұмсақ бидайдың жаңа сорттарын алу жолдары баяндалған.

Түйін сөздер: индукцияланған мутагенез, химиялық мутагендер, мутанттар, жұмсақ бидай, будандастыру, генотиптік өзгергіштік.