

**BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 1991-3494

Volume 5, Number 369 (2017), 207 – 213

D. V. Volkov, M. O. Bakbergenova, K. K. Zhapar, M. H. Shamekova, K. Zh. Zhambakin

Institute of plant biology and biotechnology, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: spiritdem@mail.ru

**CHEMICAL MUTAGENESIS FOR PRODUCTION
WHEAT LINES RESISTANT TO THE HERBICIDE**

Abstract. Seeds were treated with mutagen ethylmethanesulfonate (EMC) to produce mutant wheat lines resistant to the herbicide. According to the results, optimum EMC concentration is 3 mM. Mutant plants were treated with herbicide in concentrations from 100 g/ha in the first year of the experiment to 2000 g/ha in the third year. Therefore, as a result of the experiments, were obtained mutant wheat lines resistant to the herbicide. Obtained lines will be used in creation of varieties, for cultivation with "zero" tillage technology.

Keywords: wheat, Chemical mutagenesis, glyphosate, "zero" tillage technology.

УДК 633.853.494; 631.528.1

Д. В. Волков, М. О. Бакбергенова, К. К. Жапар, М. Х. Шамекова, К. Ж. Жамбакин

Институт биологии и биотехнологии растений КН МОН РК, Алматы, Казахстан

**ХИМИЧЕСКИЙ МУТАГЕНЕЗ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
УСТОЙЧИВЫХ К ГЕРБИЦИДУ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ**

Аннотация. Семена обрабатывали мутагеном этилметансульфонатом (ЭМС) для получения мутантных линий пшеницы, устойчивых к гербициду. Согласно результатам, оптимальная концентрация ЭМС составляет 3 мМ. Мутантные растения обрабатывались гербицидом в концентрациях от 100 г/га в первый год эксперимента до 2000 г/га на третий год. В результате экспериментов были получены мутантные линии пшеницы, устойчивые к гербициду. Полученные линии будут использоваться при создании сортов, для выращивания по «нулевой» технологии обработки почвы.

Ключевые слова: пшеница, химический мутагенез, глифосат, нулевая технология.

Введение. Пшеница является стратегической культурой для Казахстана, поэтому современные технологии, внедряемые в ее производство, имеют огромное значение для всего сельского хозяйства страны. Одним современных агротехнологий, показавших высокий эффект как по продуктивности, так и защите от почвенной эрозии, является нулевая технология возделывания почвы (no-tilltechnology), которая подразумевает обязательное использование гербицидов сплошного действия. Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан, ввиду очевидной выгоды нулевой технологии поддерживает фермерские хозяйства, внедряющие ее на своих полях [1].

Наиболее эффективно для нулевых технологий использование сортов сельскохозяйственных культур, устойчивых к гербицидам сплошного действия. Однако, большинство из сортов, устойчивых к таким гербицидам, являются генетически модифицированными. Негативное отношение к генетически модифицированным растениям особенно остро, если данные культуры используются в пищу. В связи с этим, создание устойчивых к гербицидам сплошного действия сортов, в том числе и пшеницы, проводятся с использованием мутагенеза [2]. При этом современные мутагены способны осуществлять точечные мутации, не затрагивающие весь геном растения [3]. Сорта, полученные на основе мутагенеза, наиболее распространены среди зерновых, чем среди бобовых и

масличных культур. Среди зерновых, методы мутагенеза были наиболее успешно использованы для риса, ячменя, пшеницы и кукурузы [4]. Основным преимуществом мутагенеза является создание различных вариаций используемых генотипов, из которых можно вести отбор по искомым признакам. Имея широкое разнообразие, в некоторых случаях возможно прогнозирование в мутационном спектре тех или иных нужных наследственных изменений, такой прогноз ускоряет селекционный процесс и создание новых сортов [5].

Известно, что мутагенез перспективен для создания засухоустойчивой пшеницы. При этом, используется как химические, так и физические мутагены. Из химических мутагенов широкую популярность приобрел этилметансульфонат (ЭМС). Особенностью данного мутагена является его способность производить точечные мутации. Более того, данный мутаген может быть использован как *invivo* так и *invitro* [6]. При этом его эффективность в значительной степени была продемонстрирована на зерновых культурах, в том числе и на пшенице [7]. Кроме того, отмечается, что при использовании ЭМС необходимо учитывать не только концентрацию раствора, продолжительность обработки, но и температуру раствора [8]. Основным методом получения мутантов зерновых культур является воздействие мутагена на семенной материал, с последующим отбором выживших растений при селективном факторе.

Наиболее широко в мире, в том, числе и в Казахстане, используется глифосат содержащие гербициды «Раундап» и «Ураган». В настоящее время уже созданы мутанты пшеницы устойчивые к гербицидам, содержащим активное вещество – глифосат [9]. Кроме того, получены мутанты пшеницы устойчивые к гербицидам сплошного действия с активным действующим веществом имидазолином [10]. В Индии используются мутантные и генетически модифицированные линии риса устойчивые к трем классам гербицидов сплошного действия с действующими веществами: имидазолинон, глифосат и глюфозинат. При этом, отмечается высокая экономическая выгода выращивания таких сортов при нулевой технологии в пшенично – рисовом севообороте [11]. Сортов пшеницы с признаком устойчивости к гербицидам сплошного действия в Казахстане нет.

Целью работы являлось получить и оценить мутантные линии как ценный исходный материал для создания отечественных сортов пшеницы, устойчивых к гербицидам сплошного действия.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований служил сорт яровой мягкой пшеницы Северянка (Институт биологии и биотехнологии растений).

Методы. Метод обработки семян пшеницы раствором мутагена ЭМС. Семена по 30 штук на каждую чашку Петри с двухслойной фильтровальной бумагой в трёх повторностях на каждую из семи концентраций мутагена ЭМС (4 мМ, 7 мМ, 10 мМ, 25 мМ, 30 мМ, 50 мМ, 75 мМ.) и контроль (0 мМ ЭМС) были замочены в 18 мл (0,6 мл на одно семя) в течении 8 часов в 0,05М фосфатном буфере КН₂РО₄ (6,8 г/л), при pH 8,0 и 20°C, затем были помещены на качалку – 100 оборотов в минуту при постоянном встряхивании. Затем раствор заменяли на 0,05 М фосфатный буфер с ЭМС 6 различных концентраций и контроль, и помещали на качалку на 16 часов. Обработанные семена промывали в стерильной дистиллированной воде в течение 1 мин для удаления ЭМС с поверхности семян. Затем помещали в чашку Петри по 30 семян на двойную фильтровальную бумагу, наливали 5 мл дистиллированной воды и помещали в термостат на 20°C и проводили ежедневные наблюдения.

Обработка ЭМС семенного материала для посева в грунт в контролируемые условия тремя концентрациями 3 Мм, 40 Мм, 50 Мм ЭМС с 0,05 М фосфатным буфером: 1000 семян пшеницы замачивали в 18 мл (0,6 мл/семя) в течении 8 часов в 0,05 М фосфатном буфере КН₂РО₄ (6,8 г/л), pH 8,0, при 20 ° С. Затем раствор заменяли на 0,05 М фосфатный буфер с ЭМС трех различных концентраций и контроль. Обработанные семена промывают в проточной воде в течение 1 мин для удаления ЭМС с поверхности семян. Производили посев сразу, в контролируемые условия при температуре 20 до 24 ° С и дополнительном освещении лампами дневного света с 16/8-ч цикла день/ночь.

Выращивание мутантных линий в полевых условиях в делянках. Для обработки семян пшеницы испытывались 3 концентрации ЭМС (3 мМ, 40 мМ, 50 мМ). Отобрали по 6000 семян для каждой концентрации и контроль. Семена были замочены в 1800 мл в 0,05 М фосфатном буфере

КН2РО4 (6,8г/л), при рН 8,0 и 20°C, были помещены на качалку – 100 оборотов в минуту при постоянном встряхивании в течении 8 часов. Затем раствор заменяли на 0,05 М фосфатный буфер рН 8,0 с ЭМС (3 мМ, 40 мМ, 50 мМ) различных концентраций и контроль, и помещали на качалку на 16 часов при и 20°C. Обработанные семена промывали 3 раза в стерильной дистиллированной воде в течение 1 мин для удаления ЭМС с поверхности семян. Затем помещали на двойную фильтровальную бумагу для сушки семян. Посев вышеуказанных мутантных семян пшеницы обработанных ЭМС (3 мМ, 40 мМ, 50 мМ) и контроль провели в 3-х проворностях сеялкой точного высева. При посеве пшеницы были внесены удобрения аммофос 60 кг/га. Было посеяно по 4725 семян каждой концентрации + контроль на экспериментальных делянках по 7 м². Посев пшеницы был произведен сеялкой точного высева. Обработка гербицидом Раундал, концентрацией 100 г/га была произведена в фазе появления 3 листа.

Выращивание мутагенных семян в полевых условиях на 0,3 га сплошного посева первый год. Семена пшеницы были откалиброваны на сепараторе АЛМАЗ МС-4. Для обработки ЭМС взяли 32 кг пшеницы. Пшеница была замочена в течение 8 часов в 48 литрах 0,05 М фосфатного буфера КН2РО4 рН 8,0 и 20°C. При замачивании семян пшеницы в буфере подавался воздух, для дыхания семян. Фосфатный буфер способствовал одновременному проклевыванию семян. Затем раствор заменяли на 0,05 М фосфатный буфер рН 8,0 с 3 мМ ЭМС на 16 часов при 20°C. При обработки семян пшеницы в буфере с мутагеном подавался воздух, для дыхания семян. Далее семена промывали в 3 повторностях водой и помещали на фильтровальную бумагу, для сушки. Произведен посев обработанных мутагеном семян пшеницы на 0,3 га. При посеве пшеницы были внесены удобрения аммофос 60 кг/га.

Обработка 0,3 га пшеницы гербицидом сплошного действия. Для максимального действия гербицида обработку проводили в фазе 3 листа у пшеницы. Для обработки использовали гербицид сплошного действия Раундал с действующим веществом глифосат 360г/л. Провели обработку поля раствором гербицида 3-х концентраций 100 г/га – 0,1 га, 200 г/га – 0,1 га, 400 г/га – 0,1 га.

Выращивание мутагенных семян в полевых условиях на 0,03 га сплошного посева второй год. Во втором случае произведен сплошной посев 0,03 га семенами М1ЭМС-3мМ, который в стадии 3-х листочков был обработан тремя концентрациями Глифосата (200 г/га – 0,01 га, 400 г/га – 0,01 га, 800 г/га – 0,01 га).

Выращивание мутагенных семян в полевых условиях на 0,03 га сплошного посева третий год. Мутантные семена пшеницы сорт Северянка М2 обработанных ЭМС (3 мМ, 40 мМ) посевали сплошным посевом 120 кг/га. Посев и выращивание в естественных полевых условиях проводили в Алматинской области, Жамбылском районе, село Узынагаш. При посеве пшеницы были внесены удобрения аммофос 60 кг/га. Произведена обработка пшеницы гербицидом в фазе кущения. Использовали гербицид сплошного действия Раундал с действующим веществом глифосат 360 г/л. Провели обработку поля раствором гербицида 4-х концентраций 800 г/га – 0,005 га, 1000 г/га – 0,005 га, 1200 г/га – 0,005 га, 2000 г/га – 0,005 га.

Результаты и обсуждения

Оптимизация обработки ЭМС семенного материала пшеницы. Интеграция метода химического мутагенеза с методами культуры клеток и традиционными методами селекции должно значительно повысить эффективность отбора ценных генотипов, повышает уровень исходного материала используемого для выведения новых сортов. В данном эксперименте ставилась задача получения мутантных линий с различной природой происхождения.

Основной задачей при поиске оптимальной концентрации мутагена является нахождение таких параметров, при которых появится наибольшая вероятность появления у растений ценных мутаций. Исходя из литературных источников, исследователи в основном оперируют низкими концентрациями ЭМС от 3 до 10 мМ при обработке семян яровой пшеницы [12, 13].

В тоже время нами была сделана попытка выяснить, при каких высоких концентрациях ЭМС будет возможность отбирать мутантные линии с ценными признаками.

На первом этапе обрабатывались семена для выращивания на фильтровальной бумаге в чашке Петри. Испытывались 5 концентраций ЭМС и контроль. Как показали результаты эксперимента (таблица 1) снижение всхожести семян происходит при 10 мМ, а концентрация в 75 мМ является

Таблица 1 – Всходжест 30 семян посевных в чашки Петри

Концентрации мутагена ЭМС	К-во всхожих семян, через 3 суток	К-во всхожих семян, через 6 суток	Через 10 суток	
			к-во всхожих семян	% всхожести
0 mM	24	27	28	93,33
5 mM	24	26	28	93,33
10 mM	25	25	25	83,33
25 mM	20	23	23	76,66
50 mM	2	20	20	66,66
75 mM	0	0	4	13,33

по существу летальной. Исходя из полученных результатов, нами сделан вывод о том, что наиболее оптимальными должны быть концентрации до 10 mM, а концентрации до 75 mM являются пороговыми для поиска предлетальных мутаций.

Поэтому на следующем этапе оптимизации были испытаны концентрации 3, 40 и 50 mM. При этом, нам необходимо было убедиться, что обработанные мутагеном семена будут всходить и в грунте, а не только в чашках Петри.

На втором этапе обрабатывались семена для посева в грунт в контролируемых условиях. Через 2 дня всходы пшеницы обработанные ЭМС 3 mM выглядели лучше чему контроля. Низкие концентрации мутагена стимулировали всхожесть семян. Напротив, при концентрации ЭМС 40 mM и 50 mM семена показали задержку всходов на 5 дней (рисунок).

При этом при концентрации 50 mM, выжили только единичные растения. Исходя из полученных данных нами сделан вывод о том, что низкие концентрации ЭМС (до 5 mM) являются по-видимому оптимальными для мягких мутаций, поскольку не только существенно не влияют на всхожесть, но и стимулируют ее, при этом и развитие роста растений не отличаются от контроля. В тоже время, при высоких концентрациях возможно получать жизнеспособные растения в концентрациях ЭМС до 50 mM.

Кроме того, в проведенных ранее исследованиях показано, последствия двойного стресса – действие мутагена ЭМС, а затем действие гербицида «Раундап» (100 г/га). Процент выживших растений после двойного стресса, практически не отличается при 3 mM и 40 mM, однако при 50 mM процент выживаемости уже стремится к 0.

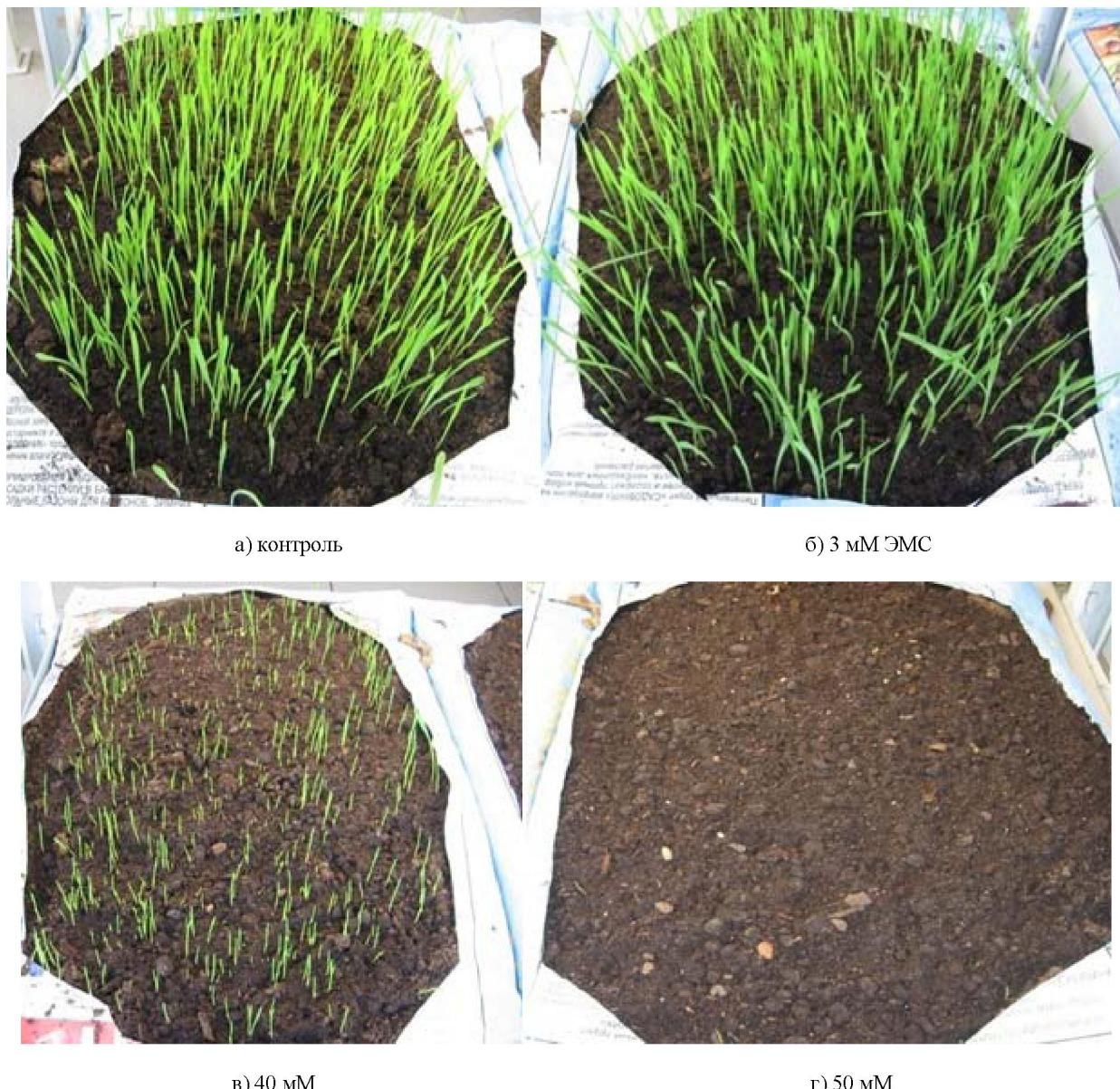
Обработка 0,3 га пшеницы гербицидом сплошного действия. Полученные семена мутантных линий были использованы в настоящем исследовании. При этом концентрации гербицида были увеличены (таблица 2).

В первый год использовались концентрации гербицида 100, 200 и 400 г/га. Перед обработкой гербицидом, количество растений в контрольном варианте не отличалось от количества растений в варианте 3 mM. Количество растений в варианте 40 mM было несколько меньше, кроме того растения на данном варианте несколько запаздывали в своем развитии. В этих вариантах растения, обработанные «Раундапом» 200 г/га и 400 г/га, практически полностью высохли, выжили единичные стерильные растения. В варианте 50 mM количество растений перед обработкой гербицидом было единственным после обработки гербицидом большинство погибли, а те что выжили семян не дали.

Во второй год, использовались семена выживших растений М2, полученные после обработки 3 mM и 40 mM ЭМС и обработки гербицидом 100 г/га. Растения обрабатывались гербицидом в концентрации 200, 400 и 800 г/га. На варианте 200 г/га почти все растения выжили. Растения обработанные «Раундапом» 400 г/га, 800 г/га практически полностью высохли, выжили единичные фертильные растения.

Как показывают табличные данные, концентрация гербицида значительно снижает высоту растений и признаки продуктивности. При этом на фоне высоких концентраций мутагена снижение элементов продуктивности наиболее существенно.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что низкие концентрации мутагена ЭМС являются более предпочтительными перед высокими концентрациями. Воздействие гербицида на растения обработанные низкими (3 mM) концентрациями ЭМС не



Всходы обработанной ЭМС пшеницы в контролируемых условиях через 7 дней после посева

настолько губительно по сравнению с растениями, не обработанными ЭМС, или обработанные высокими концентрациями (40 мМ).

В связи с этим, наиболее оптимальной концентрацией ЭМС для обработки семян пшеницы можно считать 3мМ. Эта концентрация будет использована нами в последующих исследованиях для получения мутантов пшеницы с ценными признаками.

На третий год проведения экспериментов использовались мутантные линии (М3), полученные при воздействием 3 мМ и 40 мМ и выжившие при обработке 200 г/л гербицида. Растения опрыскивались четырьмя концентрациями гербицида «Раундап». Практически все мутантные растения, полученные при 40 мМ, не выжили после обработки. Выживаемость мутантных растений, полученных при 3 мМ, представлена в таблице 3. По сравнению с предыдущим годом количество выживших растений при концентрации 800 г/л значительно выше, более того при концентрации 1000 г/л количество выживших фертильных мутантных растений получено больше.

Таким образом, в результате проведенных опытов получены мутантные линии пшеницы устойчивые к гербициду «Раундап». Полученные линии будут использованы в создании сортов, для выращивания при «нулевой» технологии обработки почв.

Таблица 2 – Высота и признаки продуктивности пшеницы при обработке мутагеном ЭМС и гербицидом Раундап

№	Концентрация мутагена и гербицида	Высота растения, см	Кустистость, шт	Количество семян в 1 колосе, шт	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
2015						
1	К-100г/га	81,02±5,25	6,28±1,57	15,09±3,02	2,04±0,47	33,03
2	3ММ 100г/га	82,56±4,46	6,31±2	12,27±4,72	1,62±0,79	33,96
3	40ММ 100г/га	69,43±5,3	6,53±1,99	11,24±4,42	1,48±0,72	30,91
2016						
1	К	113,4±10,36	4,53±1,74	28,13±8,30	3,42±1,95	45,49
2	К-200г/га	81,56±5,81	4,26±1,12	10,8±5,42	0,42±0,29	34,69
3	3ММ 200г/га	110,5±5,36	5,5±1,86	25,6±7,36	2,83±1,47	41,57
4	3 ММ 400 г/га	103,73±8,38	4,93±1,41	14,76±8,71	0,91±0,69	39,62
5	3 ММ 800 г/га	98,27±6,73	6,03±1,95	22,49±10,07	0,53±0,61	34,52
5	40ММ 200г/га	101,53±7,65	5,06±2,07	20,66±10,71	2,02±1,56	27,46
6	40ММ 400г/га	99,3±9,19	7,36±2,28	9,36±5,93	0,48±0,3	16,38
7	40ММ 800г/га	97,14±10,42	7,05±2,35	10,39±6,75	0,72±0,56	19,57

Таблица 3 – Выживаемость мутантных растений М3 после обработки гербицидом «Раундап»

Концентрация гербицида, г/га	Количество выживших, фертильных растений, %
800	35(0,038)
1000	54 (0,059)
1200	4 (0,004)
2000	16 (0,017)

ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://alau.kz/news/233/29225>
- [2] Dale L. Shaner, Newell F. Bascomb, Wendy Smith Imidazolinone-resistant crops: selection, characterization, and management / Herbicide – resistant crop by CRC Press, ed. Stephen O. Duke. – 1996.
- [3] Henikoff S., Comai L. Single-nudeotide mutations for plant functional genomics // Annu. Rev. Plant Biol. – 2003. – Vol. 54. – P. 375-401.
- [4] Castillo A.M., Cistue L., Valles M.P., Sanz J.M., Romagosa I., Molina-Cano J.L. Efficient production of androgenic doubled-haploid mutants in barley by the application of sodium azide to anther and microspore cultures // Plant Cell Reports. – 2001. – Vol. 20. – P. 105-111.
- [5] Эйгес Н.С. Историческая роль Иосифа Абрамовича Рапопорта в генетике. Продолжение исследований с использованием метода химического мутагенеза // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17, № 1. – С. 162-172.
- [6] Kim Y., Schumaker K.S., Zhu J.K., EMS mutagenesis of Arabidopsis, in Methods in molecular biology: Arabidopsis protocols. edited by J. Salinas, J. J. Sanchez (Human Press Inc. Totowa, NJ). – 2003. – Vol. 323. – 2nd edn.
- [7] Bozzini A., Mugnozza G.T.S. Relative frequency of chlorophyll to morphological and sterility mutations induced in durum wheat by radiations and chemicals // Mutat. Res. – 2003. – Vol. 9. – P. 589-597.
- [8] Munyon L. Chemical mutagenesis in chile pepper through ethyl methanesulphonate (MS thesis) / Las Cruces, New Mexico State University. – 1985.
- [9] Patent US 20090320151. KimberleeKae Kidwell, Camille Marie Steber, Victor Louis Demacon, Gary Bruce Shelton, Daniel John Guerra, Adrienne Bryan Burke Glyphosate-Tolerant Wheat Genotypes // опублик. 24.12.2009.
- [10] Keith E. Newhouse, Wendy A. Smith, Mark A. Starrett, Thomas J. Schaefer, Bijay K. Singh Tolerance to Imidazolinone Herbicides in Wheat // Plant Physiol. – 1992. – Vol. 100. – P. 882-886.
- [11] Kumar V., Bellinder R.R., Gupta R.K., Malik R.K., Brainard D.C. Role of herbicide-resistant rice in promoting resource conservation technologies in rice – wheat cropping syst of India: A review // Crop Protection. – 2008. – Vol. 27. – P. 290-301.
- [12] Eid M.H., 2009. Estimation of heritability and genetic advance of yield traits in wheat (*Triticumaestivum* L.) under drought condition // Int. J. Gen. Mol. Biol. 1: 115-120.
- [13] Norman D. Williams, James D. Miller, and Daryl L. Klindworth Induced mutations of a genetic suppressor of resistance to wheat stem rust // Crop Sci. – 1992. – Vol. 32. – P. 612-616.
- [14] Ann J. Slade, Susan I. Fuerstenberg, Dayna Loeffler, Michael N. Steine, Daniel Facciotti. A reverse genetic, nontransgenic approach to wheat crop improvement by TILLING // Nature Biotechnology. – 2005. – Vol. 23, N 1. – P. 75-81.

REFERENCES

- [1] <http://alau.kz/news/233/29225>
- [2] Dale L. Shaner, Newell F. Bascomb, Wendy Smith Imidazolinone-resistant crops: selection, characterization and management / Herbicide – resistant crop by CRC Press, ed. Stephen O. Duke. 1996.
- [3] Henikoff S., Comai L. Single-nucleotide mutations for plant functional genomics // Annu. Rev. Plant Biol. 2003. Vol. 54. P. 375-401.
- [4] Castillo A.M., Cistue L., Valles M.P., Sanz J.M., Romagosa I., Molina-Cano J.L. Efficient production of androgenic doubled-haploid mutants in barley by the application of sodium azide to anther and microspore cultures // Plant Cell Reports. 2001. Vol. 20. P. 105-111.
- [5] Eiges N.S., The historical role of Joseph Abramovich Rapoport in genetics. Continuation of research using the method of chemical mutagenesis. Vavilov Journal of Genetics and Selection. 2013. Vol. 17, N 1. P. 162-172.
- [6] Kim Y., Schumaker K.S., Zhu J.K. EMS mutagenesis of Arabidopsis, in Methods in molecular biology: Arabidopsis protocols. Edited by J. Salinas, J. J. Sanchez (Human Press Inc. Totowa, NJ). 2003. Vol. 323. 2nd edn.
- [7] Bozzini A., Mugnozza G.T.S. Relative frequency of chlorophyll to morphological and sterility mutations induced in durum wheat by radiations and chemicals // Mutat. Res. 2003. Vol. 9. P. 589-597.
- [8] Munyon L. Chemical mutagenesis in chile pepper through ethyl methanesulfonate (MS thesis) / Las Cruces, New Mexico State University, 1985.
- [9] Patent US 20090320151. KimberleeKae Kidwell, Camille Marie Steber, Victor Louis Demacon, Gary Bruce Shelton, Daniel John Guerra, Adrienne Bryan Burke Glyphosate-Tolerant Wheat Genotypes // Opublik. 24.12.2009.
- [10] Keith E. Newhouse, Wendy A. Smith, Mark A. Starrett, Thomas J. Schaefer, Bijay K. Singh Tolerance to Imidazolinone Herbicides in Wheat // Plant Physiol. 1992. Vol. 100. P. 882-886.
- [11] Kumar V., Bellinder R.R., Gupta R.K., Malik R.K., Brainard D.C. Role of herbicide-resistant rice in promoting resource conservation technologies in rice–wheat cropping syst of India: A review // Crop Protection. 2008. Vol. 27. P. 290-301.
- [12] Eid M.H., 2009. Estimation of heritability and genetic advance of yield traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought condition // Int. J. Gen. Mol. Biol. 1: 115-120.
- [13] Norman D. Williams, James D. Miller, and Daryl L. Klindworth Induced mutations of a genetic suppressor of resistance to wheat stem rust // Crop Sci. 1992. Vol. 32. P. 612-616.
- [14] Ann J. Slade, Susan I. Fuerstenberg, Dayna Loeffler, Michael N. Steine, Daniel Facciotti. A reverse genetic, nontransgenic approach to wheat crop improvement by TILLING // Nature Biotechnology. 2005. Vol. 23, N 1. P. 75-81.

Д. В. Волков, М. О. Бакбергенова, К. К. Жапар, М. Х. Шамекова, К. Ж. Жамбакин

ҚР БФМ ФК «Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты», ШЖҚ РМК, Алматы, Казахстан

**ГЕРБИЦИДІНЕ ТҮРАҚТЫ БИДАЙ ӨСІМДІГІН АЛУ ҮШІН
ХИМИЯЛЫҚ МУТАГЕНДЕРДІ ПАЙДАЛАНУ**

Аннотация. Гербицидіне тұрақты бидайдың мутантты линияларын алу үшін, дәнддерді этилметан-сульфонат (ЭМС) мутагенімен өндеген. Нәтижелер бойынша, ЭМС онтайлы концентрациясы 3 мМ болған. Мутантты өсімдіктер бірінші жылы гербицидтің 100 г/га концентрациясымен, үшінші жылы 2000 г/га концентрациясымен өнделген. Соңдықтан тәжірибелер нәтижесінде гербицидіне тұрақты бидайдың мутантты линиялары алынған. Алынған линиялар топырақты өңдеудің «нөлдік» технологиясымен өсіру үшін сорттарды жасап шығаруда қолданылатын болады.

Түйін сөздер: бидай, химиялық мутагенез, глифосат, нөлдік технология.

Сведения об авторах:

Волков Д.В. – магистр, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы, spiritdem@gmail.com,
 Бакбергенова М.О. – магистр, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы, 85.makpal.bakbergenova@mail.ru,
 Жапар К.К. – докторант КазНАУ, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы, zhapar.zk@gmail.com,
 Шамекова М.Х. – PhD, ассоц. профессор, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы, shamekov@gmail.com,
 Жамбакин К.Ж. – д.б.н., профессор, академик НАН РК, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы, zhambakin@gmail.com