

ISSN 2518-1467 (Online),  
ISSN 1991-3494 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Ш Ы С Ы

---

---

## ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА  
PUBLISHED SINCE 1944

5

---

АЛМАТЫ  
АЛМАТЫ  
ALMATY

2017

SEPTEMBER  
СЕНТЯБРЬ  
ҚЫРКҮЙЕК

Б а с р е д а к т о р ы

х. ғ. д., проф., ҚР ҰҒА академигі

**М. Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Абиев Р.Ш.** проф. (Ресей)  
**Абишев М.Е.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Аврамов К.В.** проф. (Украина)  
**Аппель Юрген** проф. (Германия)  
**Баймуқанов Д.А.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Байпақов К.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Байтулин И.О.** проф., академик (Қазақстан)  
**Банас Иозеф** проф. (Польша)  
**Берсимбаев Р.И.** проф., академик (Қазақстан)  
**Велихов Е.П.** проф., РҒА академигі (Ресей)  
**Гашимзаде Ф.** проф., академик (Әзірбайжан)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Давлетов А.Е.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Джрбашян Р.Т.** проф., академик (Армения)  
**Қалимолдаев М.Н.** проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Лаверов Н.П.** проф., академик РАН (Россия)  
**Лупашку Ф.** проф., корр.-мүшесі (Молдова)  
**Мохд Хасан Селамат** проф. (Малайзия)  
**Мырхалықов Ж.У.** проф., академик (Қазақстан)  
**Новак Изабелла** проф. (Польша)  
**Огарь Н.П.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Полещук О.Х.** проф. (Ресей)  
**Поняев А.И.** проф. (Ресей)  
**Сагиян А.С.** проф., академик (Армения)  
**Сатубалдин С.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Таткеева Г.Г.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Умбетаев И.** проф., академик (Қазақстан)  
**Хрипунов Г.С.** проф. (Украина)  
**Юлдашбаев Ю.А.** проф., РҒА корр.-мүшесі (Ресей)  
**Якубова М.М.** проф., академик (Тәжікстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының Хабаршысы».

**ISSN 2518-1467 (Online),**

**ISSN 1991-3494 (Print)**

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы»РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде  
01.06.2006 ж. берілген №5551-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р  
д. х. н., проф. академик НАН РК  
**М. Ж. Журинов**

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

**Абиев Р.Ш.** проф. (Россия)  
**Абишев М.Е.** проф., член-корр. (Казахстан)  
**Аврамов К.В.** проф. (Украина)  
**Апель Юрген** проф. (Германия)  
**Баймуканов Д.А.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Байпаков К.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Байтулин И.О.** проф., академик (Казахстан)  
**Банас Иозеф** проф. (Польша)  
**Берсимбаев Р.И.** проф., академик (Казахстан)  
**Велихов Е.П.** проф., академик РАН (Россия)  
**Гашимзаде Ф.** проф., академик (Азербайджан)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Давлетов А.Е.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Джрбашян Р.Т.** проф., академик (Армения)  
**Калимолдаев М.Н.** академик (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Лаверов Н.П.** проф., академик РАН (Россия)  
**Лупашку Ф.** проф., чл.-корр. (Молдова)  
**Мохд Хасан Селамат** проф. (Малайзия)  
**Мырхалыков Ж.У.** проф., академик (Казахстан)  
**Новак Изабелла** проф. (Польша)  
**Огарь Н.П.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Полещук О.Х.** проф. (Россия)  
**Поняев А.И.** проф. (Россия)  
**Сагиян А.С.** проф., академик (Армения)  
**Сатубалдин С.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Таткеева Г.Г.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Умбетаев И.** проф., академик (Казахстан)  
**Хрипунов Г.С.** проф. (Украина)  
**Юлдашбаев Ю.А.** проф., член-корр. РАН (Россия)  
**Якубова М.М.** проф., академик (Таджикистан)

**«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан».**

**ISSN 2518-1467 (Online),**

**ISSN 1991-3494 (Print)**

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов  
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK

**M. Zh. Zhurinov**

E d i t o r i a l b o a r d:

**Abiyev R.Sh.** prof. (Russia)  
**Abishev M.Ye.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Avramov K.V.** prof. (Ukraine)  
**Appel Jurgen,** prof. (Germany)  
**Baimukanov D.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Baipakov K.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Baitullin I.O.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Joseph Banas,** prof. (Poland)  
**Bersimbayev R.I.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Velikhov Ye.P.** prof., academician of RAS (Russia)  
**Gashimzade F.** prof., academician ( Azerbaijan)  
**Goncharuk V.V.** prof., academician (Ukraine)  
**Davletov A.Ye.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Dzhrbashian R.T.** prof., academician (Armenia)  
**Kalimoldayev M.N.** prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief  
**Laverov N.P.** prof., academician of RAS (Russia)  
**Lupashku F.** prof., corr. member. (Moldova)  
**Mohd Hassan Selamat,** prof. (Malaysia)  
**Myrkhalykov Zh.U.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Nowak Isabella,** prof. (Poland)  
**Ogar N.P.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Poleshchuk O.Kh.** prof. (Russia)  
**Ponyaev A.I.** prof. (Russia)  
**Sagiyani A.S.** prof., academician (Armenia)  
**Satubaldin S.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Tatkeyeva G.G.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Umbetayev I.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Khripunov G.S.** prof. (Ukraine)  
**Yuldashbayev Y.A.,** prof. corresponding member of RAS (Russia)  
**Yakubova M.M.** prof., academician (Tadjikistan)

**Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**

**ISSN 2518-1467 (Online),**

**ISSN 1991-3494 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

**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 из современных агротехнологий, показавших высокий эффект как по продуктивности, так и защите от почвенной эрозии, является нулевая технология возделывания почвы (no-till technology), 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]. Сорты, 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 *in vivo* так и *in vitro* [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: имидазолином, глифосат и глюфоцинат. При этом, отмечается высокая экономическая выгода выращивания таких сортов при нулевой технологии в пшенично – рисовом севообороте [11]. Сорта 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 0,05 М фосфатном буфере  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (6,8 г/л), при рН 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  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (6,8 г/л), рН 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

$\text{KH}_2\text{PO}_4$  (6,8 г/л), при pH 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 pH 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 повторностях 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 м<sup>2</sup>. Посев пшеницы был произведен сеялкой точного высева. Обработка гербицидом Раундап, 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  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  pH 8,0 и 20°C. При замачивании семян пшеницы в буфер подавался воздух, для дыхания семян. Фосфатный буфер способствовал одновременному проклевыванию семян. Затем раствор заменяли на 0,05 М фосфатный буфер pH 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 Раундап с действующим веществом глифосат 360 г/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 М1 ЭМС-3 мМ, 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) посеяли 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 кушения. Использовали гербицид сплошного действия Раундап 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 обработкесемян яровой пшеницы [12, 13].

В тоже время нами быласделана 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 – Всхожесть 30 семян посеянных 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 всхожихсемян	% всхожести
0 мМ	24	27	28	93,33
5 мМ	24	26	28	93,33
10 мМ	25	25	25	83,33
25 мМ	20	23	23	76,66
50 мМ	2	20	20	66,66
75 мМ	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 мМ, а концентрации до 75 мМ являются пороговыми для поиска предлетальных мутаций.

Поэтому на следующем этапе оптимизации были испытаны концентрации 3, 40 и 50 мМ. При этом, нам необходимо было убедиться, что обработанные мутагеном семена будут всхожи 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 мМ выглядели лучше чему контроля. Низкие концентрации мутагены стимулировали всхожесть семян. Напротив, при концентрации ЭМС 40 мМ и 50 мМ семена показали задержку всходов на 5 дней (рисунок).

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

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 мМ и 40 мМ, однако при 50 мМ 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 мМ. Количество растений в варианте 40 мМ 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 мМ количество растений перед обработкой гербицидом было единичным после обработки гербицидом большинство погибли, а те что выжили семян не дали.

Во второй год, использовались семена выживших растений М2, полученные после обработки 3 мМ и 40 мМ 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 мМ) концентрациями ЭМС не





а) контроль

б) 3 мМ ЭМС



в) 40 мМ

г) 50 мМ

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 3 мМ. 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 воздействии 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-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] Эйрес 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. – 2<sup>nd</sup> edn.
- [7] Bozzini A., Mugnoz 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 // 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. 2<sup>nd</sup> edn.
- [7] Bozzini A., Mugnoz 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. Бакбергенава, К. К. Жапар, М. Х. Шамекова, К. Ж. Жамбакин**

ҚР БҒМ ҒК «Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты», ШЖҚ РМК, Алматы, Қазақстан

### ГЕРБИЦИДИНЕ ТҰРАҚТЫ БИДАЙ ӨСІМДІГІН АЛУ ҮШІН ХИМИЯЛЫҚ МУТАГЕНДЕРДІ ПАЙДАЛАҢУ

**Аннотация.** Гербицидине тұрақты бидайдың мутантты линияларын алу үшін, дәндерді этилметансульфонат (ЭМС) мутагенімен өңдеген. Нәтижелер бойынша, ЭМС оңтайлы концентрациясы 3 мМ болған. Мутантты өсімдіктер бірінші жылы гербицидтің 100 г/га концентрациясымен, үшінші жылы 2000 г/га концентрациясымен өңделген. Сондықтан тәжірибелер нәтижесінде гербицидине 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](mailto:spiritdem@gmail.com),  
Бакбергенава М.О. – магистр, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы,  
[85.makpal.bakbergenova@mail.ru](mailto:85.makpal.bakbergenova@mail.ru),

Жапар К.К. – докторант КазНАУ, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы,  
[zharpar.zk@gmail.com](mailto:zharpar.zk@gmail.com),

Шамекова М.Х. – PhD, асоц. профессор, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы,  
[shamekov@gmail.com](mailto:shamekov@gmail.com),

Жамбакин К.Ж. – д.б.н., профессор, академик НАН РК, Институт биологии и биотехнологии растений,  
г. Алматы, [zhambakin@gmail.com](mailto:zhambakin@gmail.com)

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

**ISSN 2518-1467 (Online), ISSN 1991-3494 (Print)**

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. М. Апендиев*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 10.10.2017.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

15,4 п.л. Тираж 2000. Заказ 5.