

УДК 504.054:54-3:581.5:575.826  
AGRIS F30

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/80/09>

## РЕАКЦИЯ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ НА ОБРАБОТКУ СЕМЯН ХИМИЧЕСКИМИ МУТАГЕНАМИ

©*Джаньшиева Б.*, Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева,  
г. Бишкек, Кыргызстан

©*Садыкова Г. С.*, ORCID: 0000-0003-0629-7311, канд. биол. наук,  
Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева,  
г. Бишкек, Кыргызстан, [goulnura@mail.ru](mailto:goulnura@mail.ru)

## REACTION OF WINTER BARLEY SPECIMENS TO SEED TREATMENT WITH CHEMICAL MUTAGENS

©*Dzhanysheva B.*, Arabaev Kyrgyz State University, Bishkek, Kyrgyzstan

©*Sadykova G.*, ORCID: 0000-0003-0629-7311, Ph.D., Arabaev Kyrgyz State University,  
Bishkek, Kyrgyzstan, [goulnura@mail.ru](mailto:goulnura@mail.ru)

*Аннотация.* В природе создается огромное разнообразие признаков в системах живых организмов благодаря возникновению мутаций. Использование ионизирующего излучения, ультрафиолетовых лучей, многих химических соединений позволяет значительно повысить частоту мутирования генов, генотипическую и фенотипическую изменчивость признаков, достичь резкого повышения эффективности искусственного отбора и интенсивности селекционного процесса. Генотипическая гибкость популяции и отбор обеспечивают приспособление к долговременным изменениям факторов внешней среды. В настоящей работе впервые исследована специфичность мутагенного эффекта некоторых химических мутагенов на сорте Ардак озимого ячменя на изменчивость популяционных и индивидуальных признаков. Нашей целью было изучение влияния карболита и N-нитрозометилмочевины в разной концентрации на агробиологические признаки озимого ячменя. Научная новизна проведенных исследований заключается в исследовании влияния карболита и N-нмм в разной концентрации на агробиологические признаки озимого ячменя, также на содержание в зернах ячменя общего количества азота и белков в ранее неиспользованных или мало изученных дозах. Объектом исследования служили семена ячменя сорта Ардак. В качестве мутагенных факторов применялись соединения карболита, N-нитрозометилмочевина. Карболит использован в концентрации 2н, семена обрабатывались раствором карболита в течение 6, 12, 18 и 24 часов. В настоящих исследованиях N-нитрозометилмочевину использовали в концентрациях 0,012% и 0,025%. Семена ячменя обрабатывали водными растворами мутагена в течение трех часов, затем промывали в проточной воде при температуре 22 °С в течении 30 мин. Контрольные семена замачивались в воде. После обработки семена высушивались на фильтровальной бумаге и через 10 дней высевались в почву. В каждом варианте по 250 семян. Через две недели подсчитывалась всхожесть семян. В дальнейшем проводились измерения линейных параметров растений через каждые 10 дней. После сбора урожая растения анализировались по морфологическим изменениям и подсчитывалась общая доля измененных растений. Кроме того, изучался признак — вес 1000 зерен. Семена первого поколения на следующий год были высеяны в почву по вариантам обработки (250 шт.). Растения второго поколения анализировались также, как и растения M<sub>1</sub>. Далее проведен биохимический анализ семян для определения

общего количества азота и белка по вариантам обработки. Для определения общего азота использовался микрометод Кьелдаля. В результате исследований установлено, что карболит в концентрации 2н в 6 и 18-часовых экспозициях стимулирует содержание общего азота и белка в первом поколении в зернах ячменя сорта Ардак. Он оказывает подавляющее воздействие на биохимические процессы семян ячменя во втором поколении. При этом карболит подавляет развитие ячменя и вызывает появление большого количества спельтоидных и стерильных растений. Но в то же время следует подчеркнуть, что большое количество спельтоидов и стерильных растений в обработанных карболитом вариантах уменьшается во втором поколении. N-нмм в концентрациях 0,012% и 0,025% способствуют увеличению содержания общего азота и белка в зернах ячменя. Повышенное содержание количества азота и белка в обработанном N-нмм варианте сохраняется и во втором поколении. Следует отметить, что N-нмм в концентрации 0,012% эффективнее для данного сорта чем при концентрации 0,025%. Также N-нмм угнетает развитие ячменя и вызывает появление большого количества морфологических изменений. При сравнительном изучении действия мутагенов N-нмм и карболита на содержание общего количества азота и белка выяснено, что N-нмм способствует увеличению количества азота и белка, а карболит понижает.

*Abstract.* In nature, a huge variety of traits is created in the systems of living organisms due to the occurrence of mutations. The use of ionizing radiation, ultraviolet rays, and many chemical compounds makes it possible to significantly increase the frequency of gene mutations, the genotypic and phenotypic variability of traits, and to achieve a sharp increase in the efficiency of artificial selection and the intensity of the selection process. The genotypic flexibility of the population and selection ensure adaptation to long-term changes in environmental factors. In the present work, the specificity of the mutagenic effect of some chemical mutagens on the winter barley variety Ardak on the variability of population and individual traits was studied for the first time. Our goal was to study the effect of carbolite and N-nitrosomethylurea in different concentrations on the agrobiological characteristics of winter barley. The scientific novelty of the conducted research lies in the study of the effect of carbolite and N-nmm in different concentrations on the agrobiological characteristics of winter barley, as well as on the content of total nitrogen and proteins in barley grains at previously unused or little studied doses. The object of the study was the seeds of barley variety Ardak. Carbolite compounds, N-nitrosomethyl urea were used as mutagenic factors. Carbolite was used at a concentration of 2n, the seeds were treated with carbolite solution for 6, 12, 18 and 24 hours. In the present studies, N-nitrosomethyl urea was used at concentrations of 0.012% and 0.025%. Barley seeds were treated with aqueous solutions of the mutagen for three hours, and then washed in running water at a temperature of 22 °C for 30 minutes. Control seeds were soaked in water. After treatment, the seeds were dried on filter paper and sown in the soil after 10 days. Each option contains 250 seeds. Seed germination was counted after two weeks. Subsequently, the linear parameters of plants were measured every 10 days. After harvesting, the plants were analyzed for morphological changes and the total percentage of changed plants was calculated. In addition, the sign was studied — the weight of 1000 grains. Seeds of the first generation for the next year were sown in the soil according to the treatment options (250 pieces). Second generation plants were analyzed in the same way as M<sub>1</sub> plants. Next, a biochemical analysis of the seeds was carried out to determine the total amount of nitrogen and protein according to the treatment options. The Kjeldahl micro-method was used to determine total nitrogen. As a result of the research, it was found that carbolite at a concentration of 2n in 6- and

18-hour exposures stimulates the content of total nitrogen and protein in the first generation in grains of barley variety Ardak. It has an overwhelming effect on the biochemical processes of barley seeds in the second generation. At the same time, carbolite inhibits the development of barley and causes the appearance of a large number of speltoid and sterile plants. But at the same time, it should be emphasized that a large number of speltoids and sterile plants in the variants treated with carbolite decreases in the second generation. N-nmm at concentrations of 0.012% and 0.025% contribute to an increase in the content of total nitrogen and protein in barley grains. The increased content of nitrogen and protein in the treated N-nmm variant is preserved in the second generation. It should be noted that N-nmm at a concentration of 0.012% is more effective for this variety than at a concentration of 0.025%. Also, N-nmm inhibits the development of barley and causes a large number of morphological changes. In a comparative study of the effect of mutagens N-nmm and carbolite on the content of the total amount of nitrogen and protein, it was found that N-nmm contributes to an increase in the amount of nitrogen and protein, while carbolite decreases.

*Ключевые слова:* химические мутагены, карболит, N-нитрозометилмочевина, озимый ячмень, общий белок.

*Keywords:* chemical mutagens, carbolite, N-nitrosomethylurea, winter barley, total protein.

#### *Введение*

В природе создается огромное разнообразие признаков в системах живых организмов благодаря возникновению мутаций. Спонтанно возникающая изменчивость представляет богатый материал для действия естественного отбора в процессе эволюции. Его можно эффективно использовать, создавая с помощью искусственного отбора новые, обладающие набором хозяйственно-ценных признаков сорта растений, породы животных, штаммы микроорганизмов [7].

Приспособленность растений к новым условиям среды достигается за счет модификационной и генотипической изменчивости. С помощью модификационной изменчивости растения приспосабливаются к наиболее значимым в процессе их индивидуального развития условиям среды. Генотипическая гибкость популяции и отбор обеспечивают приспособление к долговременным изменениям факторов внешней среды [2, 10].

Использование ионизирующего излучения, ультрафиолетовых лучей, многих химических соединений позволяет значительно повысить частоту мутирования генов, генотипическую и фенотипическую изменчивость признаков, достичь резкого повышения эффективности искусственного отбора и интенсивности селекционного процесса [1, 14].

Традиционный метод химического мутагенеза позволяет в относительно короткие сроки получить организмы с новыми признаками и свойствами [6]. Развитие мутационной селекции может быть связано с применением известных химических супермутагенов (N-нитрозометилмочевина, N-нитрозозтилмочевина, этиленимин), а также с открытием новых высокоактивных веществ [5]. Мутагенным эффектом также обладают алкилирующие агенты, азотистая кислота, оксид азот, аналоги азотистых оснований и родственные им соединения, антибиотики, интеркалирующие агенты, топоизомеразы ядов [11].

В настоящей работе впервые исследована специфичность мутагенного эффекта некоторых химических мутагенов на сорте Ардак озимого ячменя на изменчивость популяционных и индивидуальных признаков. Нашей целью было изучение влияния

карболита и N-нитрозометилмочевины в разной концентрации на агробиологические признаки озимого ячменя.

Научная новизна проведенных исследований заключается в исследовании влияния карболита и N-нмм в разной концентрации на агробиологические признаки озимого ячменя, также на содержание в зернах ячменя общего количества азота и белков ранее неиспользованных или мало изученных дозах.

#### *Материал и методы исследования*

Объектом исследования служили семена ячменя сорта Ардак. Этот выбор связан с тем, что среди представителей высших растений одним их перспективных объектов для изучения мутагенности факторов окружающей среды можно считать ячмень. При работе с ячменем для определения степени мутагенности можно использовать структурные мутации хромосом, генные мутации.

В качестве мутагенных факторов применялись соединения карболита, N-нитрозометил мочевины. Карболит использован в концентрации 2н, семена обрабатывались раствором карболита в течении 6, 12, 18 и 24 часов. Его основу составляют различные типы феноло-формальдегидных смол. По механизму действия N-нитрозометил мочевины относится к алкилирующим агентам. В настоящих исследованиях его использовали в концентрациях 0,012% и 0,025%. Семена обрабатывались водными растворами мутагена в течение трех часов.

Семена ячменя обрабатывали водными растворами мутагена, затем промывали в проточной воде при температуре 22 °С в течении 30 мин. Контрольные семена замачивались в воде. После обработки семена высушивались на фильтровальной бумаге и через 10 дней высевали в почву. В каждом варианте по 250 семян. Через две недели подсчитывались всхожесть семян.

В дальнейшем проводились измерения линейных параметров растений через каждые 10 дней. После сбора урожая растения анализировались по морфологическим изменениям и подсчитывался общий процент измененных растений. Кроме того, изучался признак — вес 1000 зерен. Семена первого поколения на следующий год были высеяны в почву по вариантам обработки (250 штук). Растения второго поколения анализировались также, как и растения M<sub>1</sub>.

Следующим этапом работы было проведение биохимического анализа семян для определения общего количества азота и белка по вариантам обработки.

Определение общего азота и белка. Для определения общего азота использовался микрометод Кьелдаля [12]. Этот метод довольно продолжителен, но отличается от других наибольшей точностью и его принимают за стандарт. Общий азот по методу Кьелдаля представляет из себя сумму содержаний в пробе органического азота, аммиака (NH<sub>3</sub>) и аммония (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). количество белка вычисляют путем умножения найденного количества азота на соответствующий коэффициент, который вычисляют исходя из содержания азота в белке. Общепринятый коэффициент для злаковых 5,7 что соответствует 17,5%. Общее количество азота в семенах составляет 1,5–3,5%.

#### *Обсуждение полученных результатов*

В течение всего вегетационного периода проводились измерения линейных параметров растений через каждые 10 дней, наблюдения за морфологическими изменениями и после

уборки урожая подсчитывался общий процент измененных растений. Кроме того, изучался признак — вес 1000 зерен.

Действие карболита на ячмень в течение 6, 12 и 18 часов в первом поколении  $M_1$  дает наибольшее число морфофизиологических изменений типа спельтоидов и стерильных растений. А во втором поколении установлено, что при действии карболита на ячмень количество этих изменений снижается.

В контрольном варианте обнаружено повышение количества стерильных растений, что объясняется тем, что в семенах, необработанных мутагеном, число естественных мутаций увеличивается по мере хранения семян [2].

Полученные данные в течение всего вегетационного периода (68,73 — 0,025%; 64,52 — 0,02%) свидетельствуют о высокой активности N-нмм, что в свою очередь способствует появлению большого количества выделяемых морфологических изменений. Стоит отметить, что N-нмм при концентрации 0,025% наиболее эффективен, чем N-нмм при концентрации 0,012%. Среди всех типов изменений значительное место занимают искривленные и укорененные формы, что свидетельствует об угнетающем действии N-нмм к ячменю. В первом поколении большое количество растений ячменя стерильны, наличие стерильности при высокой всхожести также отмечены в работах Б. Шарма и других. Во втором поколении растений среди различных форм полученных изменений главное место занимают спельтоиды, также появились трехрядные и формы с курчавостью остей.

По результатам биохимических исследований выявлено, что содержание общего азота в первом поколении ячменя увеличилось в опыте с 6-часовой экспозицией (14,99 — 0,01%) по сравнению с контрольными (13,45 — 0,01%) и в опыте с 18 часовой экспозицией (14,08 — 0,025%).

Уменьшение количества общего азота в первом поколении по отношению к контролю составила в опыте с 12-часовой экспозицией (12,83 — 0,02%). Во втором поколении количество общего азота понижается во всех 4-х вариантах опыта по отношению к контролю.

В первом поколении увеличение содержания белка отмечается при обработке ячменя карболитом в течение 6 часов (14,65 — 0,03%) по отношению к контролю (13,17 — 0,01%).

Уменьшение количества белка произошло при обработке карболитом в течение 12 часов (12,48 — 0,01%) по отношению к контролю. Во втором поколении ( $M_2$ ) содержание белков уменьшается при обработке ячменя в течение 12 часов (12,75 — 0,01%) по отношению к контролю (14,23 — 0,02%). В остальных после обработки ячменя опытах данные согласуются с контрольными данными.

После обработки ячменя N-нмм 0,025% раствором в первом поколении наблюдается увеличение содержания общего количества азота на (13,05 — 0,05%) по отношению к контролю (12,52 — 0,05%) и белка (11,39 — 0,09%) по отношению к контролю (11,00 — 0,09%).

Следует отметить, что концентрации N-нмм 0,012% эффективнее чем концентрация 0,025%. Так при концентрации 0,012% N-нмм составляет увеличение общего содержания азота на (13,46 — 0,04%) и белка на (12,80 — 0,10%).

Результаты анализа показывают, что в  $M_2$  общее количество азота превышает контрольные растения на 1,13–1,29% и белка больше на 1,84–2,89%.

Таким образом, N-нмм индуцировала положительную биохимическую мутацию — повышенное содержание протеина в зерне ячменя, которая во втором поколении проявилась с большей силой.

У многих мутагенов из класса алкилирующих соединений высокая генетическая активность совмещается с высокой канцерогенностью, а для ряда мутагенов характерна и канцеролитическая активность [1, 7]. Сущность мутагенного действия алкилирующих соединений, в том числе нитрозодиметилмочевины, связана с тем, что они при реакциях метилирования, этилирования и т. д. являются источником введения в молекулы ДНК таких радикалов, как метил ( $\text{CH}_3$ ), этил ( $\text{C}_2\text{H}_5$ ), пропи́л ( $\text{C}_3\text{H}_7$ ) и других [13].

При применении мутагенных факторов возможно нарушение отдельных отрицательных корреляций, существующих между содержанием белка и его аминокислотным составом, между размером семян и содержанием белка, между продуктивностью и белковостью зерна. Под действием химических мутагенов у пшеницы получено большое разнообразие макромутаций: хлорофильные мутации, морфологические мутации листьев – спиральная скрученность листовой пластинки [8], мутации по срокам созревания и устойчивости к заболеваниям [4].

### *Выводы*

Карболит в концентрации 2н 6 и 18-часовых экспозициях стимулирует содержание общего азота и белка в первом поколении в зернах ячменя сорта Ардак. Он оказывает подавляющее воздействие на биохимические процессы семян ячменя во втором поколении. При этом карболит подавляет развитие ячменя и вызывает появление большого количества спельтоидных и стерильных растений. Но в то же время следует подчеркнуть, что большое количество спельтоидов и стерильных растений в обработанных карболитом вариантах уменьшается во втором поколении.

N-нмм в концентрациях 0,012% и 0,025% способствуют увеличению содержания общего азота и белка в зернах ячменя. Повышенное содержание количества азота и белка в обработанном N-нмм варианте сохраняется и во втором поколении. Следует отметить, что N-нмм в концентрации 0.012% эффективнее для данного сорта чем при концентрации 0,025%. Также N-нмм угнетает развитие ячменя и вызывает появление большого количества морфологических изменений. При сравнительном изучении действия мутагенов N-нмм и карболита на содержание общего количества азота и белка выяснено, что N-нмм способствует увеличению количества азота и белка, а карболит понижает.

### *Список литературы:*

1. Ауэрбах Ш. Проблемы мутагенеза. М. Мир, 1978. 463 с.
2. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений (Экол.-генет. основы). Кишинев: Штиинца, 1988. 766 с.
3. Дубинина Л. Г., Овчинникова И. Н. К столетию академика Н. П. Дубинина: по материалам научной конференции «Генетика на рубеже веков», Москва, 22-23 марта 2007 года. М.: Наука, 2009. 259 с.
4. Кротова Л. А. Эколого-генетическая роль химических мутагенов в повышении генотипической изменчивости при создании сортов мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири: автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. Тюмень, 2013. 32 с.
5. Моргун В. В., Катеринчук А., Чугункова Т. В. Использование новых стереоизомеров нитрозоалкилмочевины в селекции озимой пшеницы // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. №3-5. С. 1666-1669.
6. Рапопорт И. А. Микрогенетика. М.: издатель Куимова Е. Л., 2010. 532 с.
7. Рапопорт И. А. Химический мутагенез: Теория и практика. М.: Знание, 1966. 60 с.

8. Эйгес Н. С., Волченко Г. А., Волченко С. Г., Духанин Ю. А., Кузнецова Н. Л., Упелник В. П., Ханов В. Г. Новый сорт озимой мягкой пшеницы Солнечная, полученный с использованием метода химического мутагенеза И. А. Рапопорта // Инновационные технологии в АПК: теория и практика. 2016. С. 124-130.

9. Яшутин Н. В., Дробышев А. П., Хоменко А. И. Биоземледелие: научные основы, инновационные технологии и машины. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. 191 с.

10. Loewe L., Hill W. G. The population genetics of mutations: good, bad and indifferent // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2010. V. 365. №1544. P. 1153-1167. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0317>

11. *Plant mutation breeding and biotechnology* / Ed. by Shu Q. Y., Forster B. P., Nakagawa H., Nakagawa H. Cabi, 2012.

12. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. М.: Агропромиздат, 1988. 271 с.

13. Захваткин Ю. А. Основы общей и сельскохозяйственной экологии: методология, традиции, перспективы. М., 2013. 352 с.

14. Садыкова Г. С. Влияние мутагенов среды на изменчивость клеток высших растений: автореф. маг. дисс. Бишкек, 1998. 12 с.

#### References:

1. Auerbakh, Sh. (1978). *Problemy mutageneza*. Moscow. (in Russian).

2. Zhuchenko, A. A. (1988). *Adaptivnyi potentsial kul'turnykh rastenii (Ekol.-genet. osnovy)*. Kishinev. (in Russian).

3. Dubinina, L. G., & Ovchinnikova, I. N. (2009). *K stoletiyu akademika N. P. Dubinina: po materialam nauchnoi konferentsii "Genetika na rubezhe vekov"*, Moscow, 22-23 marta 2007 goda. Moscow. (in Russian).

4. Krotova, L. A. (2013). *Ekologo-geneticheskaya rol' khimicheskikh mutagenov v povyshenii genotipicheskoi izmenchivosti pri sozdanii sortov myagkoi pshenitsy v usloviyakh Zapadnoi Sibiri: authoref. Dr. diss. Tyumen*. (in Russian).

5. Morgun, V. V., Katerinchuk, A., & Chugunkova, T. V. (2013). *Ispol'zovanie novykh stereoizomerov nitrozoalkilmocheviny v selektsii ozimoi pshenitsy. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk, 15(3-5), 1666-1669.*

6. Rapoport, I. A. (2010). *Mikrogenetika*. Moscow. (in Russian).

7. Rapoport, I. A. (1966). *Khimicheskii mutagenez: Teoriya i praktika*. Moscow. (in Russian).

8. Eiges, N. S., Volchenko, G. A., Volchenko, S. G., Dukhanin, Yu. A., Kuznetsova, N. L., Upelnik, V. P., & Khanov, V. G. (2016). *Novyi sort ozimoi myagkoi pshenitsy Solnechnaya, poluchennyi s ispol'zovaniem metoda khimicheskogo mutageneza I. A. Rapoporta. In Innovatsionnye tekhnologii v APK: teoriya i praktika* (pp. 124-130).

9. Yashutin, N. V., Drobyshev, A. P., & Khomenko, A. I. (2008). *Biozemledelie : nauchnye osnovy, innovatsionnye tekhnologii i mashiny*. Barnaul. (in Russian).

10. Loewe, L., & Hill, W. G. (2010). The population genetics of mutations: good, bad and indifferent. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1544), 1153-1167. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0317>

11. Shu, Q. Y., Forster, B. P., Nakagawa, H., & Nakagawa, H. (Eds.). (2012). *Plant mutation breeding and biotechnology*. Cabi.

12. Pausheva, Z. P. (1988). *Praktikum po tsitologii rastenii*. Moscow. (in Russian).

13. Zakhvatkin, Yu. A. (2013). *Osnovy obshchei i sel'skokhozyaistvennoi ekologii: metodologiya, traditsii, perspektivy*. Moscow. (in Russian).

14. Sadykova, G. S. (1998). Vliyanie mutagenov sredy na izmenchivost' kletok vysshikh rastenii: autoref. Master's diss. Bishkek.

*Работа поступила  
в редакцию 27.05.2022 г.*

*Принята к публикации  
31.05.2022 г.*

---

*Ссылка для цитирования:*

Джанышева Б., Садыкова Г. С. Реакция образцов озимого ячменя на обработку семян химическими мутагенами // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №7. С. 74-81. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/80/09>

*Cite as (APA):*

Dzhanysheva, B., & Sadykova, G. (2022). Reaction of Winter Barley Specimens to Seed Treatment With Chemical Mutagens. *Bulletin of Science and Practice*, 8(7), 74-81. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/80/09>