УДК 633.16:631.528.62

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДУЦИРОВАННОГО МУТАГЕНЕЗА С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЯЧМЕНЯ В ВЯТСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

Ренгартен Г.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
E -mail: rengarten.g@gmail.com
Емелев С.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Черемисинов М.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Вятская государственная сельскохозяйственная академия», г. Киров, Россия

Аннотация

В результате 45-летней работы по фото- и хемомутагенезу с целью создания нового исходного материала ячменя, проведённой на кафедре селекции и семеноводства Вятской ГСХА (ныне кафедра биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии) под руководством доктора биологических наук, профессора Г.П. Дудина, впервые было установлено, что лазерное излучение может модифицировать действие химических мутагенов и ионизирующей радиации. Получены положительные данные по мутагенной эффективности препаратов: салициловой кислоты, хитозар М, альбит, этрел, эклоран, винцит; регуляторов роста: тур, кампозан, абсцизовой кислоты, эпин с разной нормой расхода. Установлено, что мочевина является мутагенным фактором в зависимости от её концентрации.

Установлено, что индолилуксусная, гиббереллловая, абсцизовая, парааминобензойная кислоты, кинетин, бензиламинопурин при определенных концентрациях являются мутагенными факторами, а также модификаторами лазерного излучения. Впервые проведены опыты по ночному облучению колосьев ячменя в период молочной спелости зерновок. Данный вид обработки оказался более эффективным, чем облучение семян перед посевом. Предложена гипотеза влияния лазерного облучения на растения через фитохромную систему клетки.

Оригинальные способы мутагенной обработки семян и растений защищены 2 авторскими свидетельствами и 11 патентами. В результате использования индуцированного мутагенеза получено шесть сортов ярового ячменя: Квант-2, Вятский, Хлыновский, Слободской, Гид и Изумруд.

Ключевые слова: ячмень, мутация, лазерное излучение, фитохром, регуляторы роста.

THE USE OF INDUCED MUTAGENESIS IN ORDER TO CREATE THE FEEDSTOCKS OF BARLEY IN THE VYATKA AGRICULTURAL ACADEMY

Rengarten G.A., candidate of agricultural sciences, associate professor
E -mail: rengarten.g@gmail.com
Emelev S.A., candidate of agricultural sciences, associate professor
Cheremisinov M. V., candidate of agricultural sciences, associate professor
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Vyatka state agricultural Academy» Kirov, Russia

Annotation

As a result of 45 years of work on photo- and chemomutagenesis with the aim of creating new feddstocks for barley, carried out at the Department of Selection and Seed Production of the Vyatka State Agricultural Academy (now the Department of Plant Biology, Selection and Seed Production, Microbiology) under the guidance of Doctor of Biological Sciences, Professor G.P. Dudin, it was first found out that laser radiation can modify the effect of chemical mutagens and ionizing radiation.

Positive data were obtained on the mutagenic efficacy of the drugs: salicylic acid, chitosar M, albite, etrel, ecloran, vincite, growth regulators: round, compaz, abscisic acid, epin with different consumption rates. Urea is found to be a mutagenic factor, depending on its concentration.

It has been established that indolylacetic, gibberellic, abscisic, paraaminobenzoic acids, kinetin, benzylaminopurine at certain concentrations are mutagenic factors, as well as modifiers of laser radiation. For the first time, experiments were performed on the night irradiation of barley ears during the milk ripeness of caryopsis. This type of treatment was more effective than irradiating seeds before sowing. A hypothesis is proposed for the effect of laser irradiation on plants through the phytochrome system of a cell.

The original methods of mutagenic processing of seeds and plants are protected by 2 copyright certificates and 11 patents. As a result of the use of induced mutagenesis, six varieties of spring barley: Kvant-2, Vyatka, Hlynovsky, Slobodskaya, Gid and Emerald were obtained.

Keywords: barley, mutation, laser radiation, phytochrome, growth regulators.

Одним из методов создания исходного материала в селекции растений является экспериментальный, или индуцированный мутагенез, с помощью которого можно создавать новые формы с хозяйственно-ценными признаками. Своё бурное развитие индуцированный мутагенез приобретает в конце 30-х гг. XX в. Основными задачами исследований в этом направлении явились:

усовершенствование известных методов мутагенеза, поиск новых мутагенных факторов и выявление специфичности их воздействия [14].

В настоящее время за счёт индуцированного мутагенеза в мире создано более 2700 мутантных сортов по 175 видам растений. Такие сорта получены у пшеницы яровой и озимой, ячменя, ржи, пшенично-пырейных гибридов, кукурузы, гороха, бобов, нута, подсолнечника, картофеля, томатов, льна, хлопчатника, сахарной свёклы, винограда, косточковых и семечковых плодовых культур и др. [6, 9, 10].

Рядом исследователей в результате многолетних наблюдений было доказано, что за счёт метода индуцированного мутагенеза происходит сокращение сроков селекционной работы над созданием сорта [1, 5, 7, 13, 16, 19, 20, 24-28].

В настоящее время в арсенале экспериментальной генетики имеется достаточное количество мутагенов химической и физической природы.

Известные супермутагены, такие как нитрозометилмочевина, нитрозоэтилмочевина, нитрозодиметилмочевина, диэтилсульфат и ионизирующая радиация, оказывают заметное влияние на генетические структуры и изменения физиолого-биохимических процессов на клеточном уровне, но одновременно с этим способствуют возникновению мутантов с низкой жизнеспособностью, что является большим недостатком в ходе селекционной работы для подавляющего числа сельскохозяйственных культур [2-4, 12, 15, 17, 18, 29, 30-32].

Изучение индуцированного мутагенеза в Вятской сельскохозяйственной академии с помощью красного лазерного излучения с длиной волны 632,8 нм берёт своё начало в 70-х гг. XX в. Заведующим кафедрой селекции и семеноводства Вятской ГСХА Г.П. Дудиным в это время разрабатывались новые методы использования и применения красного лазерного излучения для получения мутаций ячменя с целью создания нового исходного генетического материала для селекции. Одновременно с лазерным мутагенезом изучалось

влияние других факторов, повышающих выход мутантов: изменение температуры воздуха и влажности семян, облучение формирующихся семян в колосе в ночное время, влияние серии физиологически активных веществ, которые были использованы для создания высокопродуктивных образцов ячменя [8].

На кафедре селекции и семеноводства Вятской ГСХА в качестве мутагенов использовались вначале физические (лазерный и дальний красный, синий свет, гамма-лучи), а затем и химические мутагены (фитогормоны, витамины, регуляторы роста и т.д.). Изучалось их влияние на различные количественные и качественные признаки ярового ячменя.

В результате проведённой работы получено большое количество мутантов, отличающихся по морфофизиологическим признакам. Установлено, что частота мутаций практически не зависит от экспозиции, превышающей 120 мин., но выявлена сильная зависимость мутабильности ячменя от физического состояния семян и их генотипа. Эффективность мутагенеза повышается с помощью импульсного лазерного облучения.

Рядом авторов (Кузнецов Е.Д., 1986; Дудин Г.П., 2014) высказана гипотеза мутагенного воздействия лазера на фитохромную область растений. Когда в результате лазерной обработки происходит возбуждение фитохрома, идёт активация транспорта ионов через мембраны клетки и в целом изменение обмена веществ, а также морфологии, ряда функций и химического состава растений [8, 19].

Сотрудниками кафедры селекции и семеноводства Вятской ГСХА впервые установлено, что индолилуксусная, гиббереллловая, абсцизовая, парааминобензойная кислоты, кинетин, бензиламинопурин при определенных концентрациях являются как мутагенными факторами, так и модификаторами лазерного излучения [8].

Было обнаружено мутагенное влияние на семена ячменя мочевины разной концентрации (патент 2166847 б. и. № 14 от 20.05.2001 RU) [12].

Проведены опыты по ночному облучению колосьев ячменя в период молочной спелости зерновок. Данный вид обработки оказался эффективнее, чем облучение семян перед посевом: в результате такого облучения не только увеличился спектр различных мутаций, но и повысилась их частота. На данное открытие было получено авторское свидетельство № 1512530.

Дудиным Г.П. (1991 г.) было обнаружено, что более высокая частота и генетические изменения у растений ячменя при красном лазерном излучении отмечались в момент максимальной насыщенности фитогормонами – в первый темновой период. А меньше мутаций было в период вечерней и утренней зари. Известно, что перед заходом и восходом солнца энергия дальнего красного света в солнечном спектре в 2 раза превышает энергию красного [27].

У ярового ячменя при длине волны дальнего красного света (λ = 754±10 нм) и некогерентного красного света (λ = 633±10 нм) были выявлены мутации. Электромагнитное некогерентное излучение красного диапазона индуцирует разнообразные мутагенные формы ячменя. Предложен способ воздействия на семена красным светом от лампы накаливания с целью получения наследственных изменений у ячменя. Выявлена возможность модификации этрелом гамма эффекта в до - и пострадиационный период [22].

На яровом ячмене и пшенице доказана возможность получения мутантов при применении регуляторов роста – тур, кампозан, абсцизовая кислота, эпин. Обнаружены мутации при использовании биологического препарата эклоран и химического винцит, доказано, что эти препараты могут приводить к появлению полезных мутаций [8, 24].

Получены положительные данные по мутагенному влиянию препаратов: салициловой кислоты, хитозар М, альбит с разной нормой расхода [23].

Итогом работы по индуцированному мутагенезу под руководством Г.П. Дудина стало получение авторских свидетельств и патентов на способы получения селекционного материала, обширная коллекция мутантов и

выведенные сорта ярового ячменя: Квант-2, Вятский, Хлыновский, Слободской, Гид и Изумруд [12].

Сорта Слободской, Гид и Изумруд внесены в Государственный реестр селекционных достижений. Сорт Изумруд занесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2014 году по Северо-Западному региону РФ, а с 2015 года районирован в Кировской области и внесен в Госреестр по Волго-Вятскому региону РФ [8, 11].

Таким образом, по результатам работы в течение 45 лет в области фото- и хемомутагенеза на агрономическом факультете Вятской ГСХА под руководством профессора Г.П. Дудина были выявлены новые мутагенные факторы, предложены способы их применения, созданы новые сорта ярового ячменя.

Литература

1. Создание нового исходного материала для селекции свеклы столовой методом индуцированного мутагенеза / А. И. Бохан, В. В. Опимах, И. В. Павлова [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – № 48 (2). – С. 52-55.
2. Бученков И. Э. Химический мутагенез в селекции смородины красной (RIBES RUBRUM L.) / И. Э. Бученков, О. С. Рышкель, И. В. Рышкель // Аграрная Россия. – 2015. – № 4. – С. 6-9.
3. Бученков И. Э. Использование химического мутагенеза в селекции смородины (Risesl.) и крыжовника (Grossularia mill.) / И. Э. Бученков, А. Г. Чернецкая // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2013. – № 49. – С. 324-332.
4. Создание новых форм ярового рапса с использованием метода химического мутагенеза / В. Т. Воловик, А. В. Широкова, Р. Г. Костяновский [и др.] // Охрана био-ноосферы. Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье : материалы XXIV Международного научного симпозиума. – 2015. – С. 403-408.

5. Индуцированный мутагенез в культуре изолированных тканей сенполии / М. К. Горина, К. А. Смашных, О. К. Тавартkиладзе, О. С. Горянинова // Acta Biologica Sibirica. – 2016. – № 2 (4). – С. 29-34.
6. Добровольский С. Мутагенез и рекомбиногенез сельскохозяйственных растений / С. Добровольский, В. Кубарев, В. Шабайлов. – Наука и инновации. – 2008. – № 7 (77). – С. 30-31.
7. Домрачева Л. И. Индуцированный мутагенез и использование его в селекции растений / Л. И. Домрачева // Теоретическая и прикладная экология. – 2011. – № 2. – С. 103-104.
8. Дудин Г. П. Научной школе по экспериментальному мутагенезу в Вятской ГСХА - 40 лет / Г. П. Дудин // Актуальные вопросы аграрной науки: теория и практика : материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 70-летию агрономического факультета. – Киров, 2014. – С. 53-56.
9. Дудин Г. П. Мутационная изменчивость растений ячменя под влиянием карбоната калия и излучения красного диапазона / Г. П. Дудин, Л. Н. Балахонцева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 10 (108). – С. 32-37.
10. Дудин Г. П. Генетическая изменчивость растений ярового ячменя сорта Биос 1 при воздействии на семена раствором карбоната калия и облучения красным светом / Г. П. Дудин, Л. Н. Двинских // Теоретическая и прикладная экология. – 2013. – № 2. – С. 128-135.
11. Дудин Г. П. Оценка ярового ячменя Изумруд в государственном сортоиспытании Кировской области / Г. П. Дудин, А. В. Помелов, С. А. Емелев // Актуальные проблемы селекции и технологии возделывания полевых культур : материалы конференции. – Киров, 2017. – С. 42-43.
12. Реакция проростков ячменя на обработку семян биопрепаратами на основе ризобактерий / С. А. Емелев, А. В. Помелов, М. В. Черемисинов, Г. П. Дудин // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным

участием. – Киров, 2018. – С. 152-156.

13. Влияние биопрепаратов на яровой ячмень Белгородский 100 / С. А. Емелев, А. В. Помелов, М. В. Черемисинов, Г. П. Дудин // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров, 2019. – С. 203-208.
14. Кадушкина В. П. Результаты использования химического мутагенеза при селекции яровой твердой пшеницы / В. П. Кадушкина, А. И. Грабовец, С. А. Коваленко // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 30 (2). – С. 82-84.
15. Результаты использования метода экспериментального мутагенеза в селекционной работе с декоративными растениями в Никитском ботаническом саду / З. К. Клименко, В. К. Зыкова, Н. В. Зубкова, Н. В. Смыкова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2016. – № 46. – С. 135-138.
16. Использование экспериментального химического мутагенеза в селекции свеклы столовой / С. И. Корниенко, Е. Л. Нестеренко, Т. К. Горовая, И. М. Рempель // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2015. – № 3. – С. 74-79.
17. Королев К. П. Индуцированный мутагенез как способ создания нового исходного материала для селекции сортов интенсивного типа различных культур / К. П. Королев, В. З. Богдан, Т. М. Богдан // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2016. – № 4. – С. 11-16.
18. Королев К. П. Индуцированный мутагенез льна: прошлое, настоящее и будущее / К. П. Королев, Н. А. Боме, И. А. Голуб // Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур : материалы Международной научной конференции. – 2017. – С. 81-84.
19. Кротова Л. А. Химический мутагенез как метод создания исходного материала для селекции мягкой пшеницы / Л. А. Кротова // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2015. – № 2 (2). – С. 3.
20. Кузнецов Е. Д. Роль фитохрома в растениях / Е. Д. Кузнецов. – Москва :

Агропромиздат, 1986. – С. 34-36.

21. Кузнецова А. С. Использование уф-излучения для создания исходного материала в схеме селекционного процесса ярового ячменя научно-исследовательской лаборатории селекции и защиты растений Дальневосточного государственного аграрного университета / А. С. Кузнецова, И. В. Куркова // Дальневосточный аграрный вестник. – 2015. – № 1 (33). – С. 25-29.
22. Куимова Е. В. Изменчивость ярового ячменя, индуцированная красным светом, гамма–лучами и этрелом / Е. В. Куимова, Г. П. Дудин // Вестник Вятского государственного педагогического университета : научно–методический журнал. – Киров, 2000. – № 3-4. – С. 19-22.
23. Помелов А. В. Защитное и мутагенное действие фиторегуляторов на ячмене / А. В. Помелов, Г. П. Дудин, В. Г. Мохнаткин // Теоретическая и прикладная экология. – 2012. – № 1. – С. 92-96.
24. Влияние регуляторов роста на растения ячменя в М1 и М2 / Е. В. Соколова, Г. П. Дудин, А. С. Машевский, А. М. Ленточкин // XIX научно-практическая конференция Ижевской ГСХА : тезисы докладов. – Ижевск, 1999. – С. 42.
25. Рипбергер Е. И. Использование химического мутагенеза в расширении границ отбора ценных генотипов мягкой яровой пшеницы (Triticum Aestivum L.) / Е. И. Рипбергер, Н. А. Боме // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-1. – С. 90-95.
26. Тагиев А. А. Химический мутагенез - эффективный метод создания высокопотенциального исходного материала хлопчатника / А. А. Тагиев // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 2-1 (33). – С. 21-22.
27. Тагиев А. А. Химический мутагенез и создание исходного материала в селекции хлопчатника / А. А. Тагиев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2014. – № 2 (237). – С. 70-75.
28. Филиппова Н. И. Создание новых форм костреца безостого и люцерны

методом химического мутагенеза для условий Северного Казахстана / Н. И. Филиппова, Е. И. Парсаев // Научное обеспечение агропромышленного комплекса на современном этапе : материалы Международной научной конференции. – 2015. – С. 76-81.

29. Черемисинов М. В. Поражаемость мутантов ярового ячменя корневыми гнилями / М. В. Черемисинов, Р. С. Гайтукаев // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров, 2016. – С. 187-190.
30. Метод химического мутагенеза в создании нового сорта озимой пшеницы / Н. С. Эйгес, Г. А. Волченко, С. Г. Волченко, Н. Л. Кузнецова // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2016. – № 12. – С. 387-392.
31. Helmes B. Photochemistry of the nolluted troposphere / B. Helmes, M. Smith // Photochem and Photobiol. – 1977. – № 25. – С. 533-535.
32. Sabadyn V. The effect of the concentration of the mutagen on spring barley genotypes economic characters / V. Sabadyn // Агробіологія. – 2017. – № 1 (131). – С. 91-96.