

УДК 634.721+634.726:575.224.46.044

ХИМИЧЕСКИЙ МУТАГЕНЕЗ В СЕЛЕКЦИИ RIBES NIGRUM И RIBES RUBRUM

И. Э. Бученков, О. С. Рышкель, И. В. Рышкель

Международный государственный экологический университет
им. А. Д. Сахарова
г. Минск, Республика Беларусь
(Республика Беларусь, 220070, г. Минск, ул. Долгобродская 23/1
e-mail: butchenkow@mail.ru)

Ключевые слова: химический мутагенез, нитрозометилмочевина, нитрозоэтилмочевина, мутабельность, смородина красная, смородина черная.

Аннотация. Изучена возможность использования нитрозометилмочевины (НММ) и нитрозоэтилмочевины (НЭМ) в селекции смородины. Установлено, что большей мутабельностью обладают растворы НЭМ в сравнении с НММ. Сублетальными дозами НЭМ и НММ являются 0,5% растворы, а летальными – 1% растворы. Большой процент развития мутантных форм с хозяйственно ценными признаками наблюдается при обработке верхушечных почек растений 0,005% растворами НЭМ и 0,01% растворами НММ при экспозиции 12 ч.

Большой мутабельностью у смородины черной характеризуются сорта Памяти Вавилова (4,38%), Минай Шмырев (4,26%), Санюта (4,12%), Кантата 50 (3,87%), Клуссоновская (3,15%), меньшей – Церера (0,84%), Катюша (0,78%); у смородины красной большей мутабельностью характеризуется сорт Ранняя сладкая (12,11%), меньшей – Мечта (10,62%) и Серпантин (9,40%).

Получен фонд из 57 форм смородины черной с различными типами хозяйственно ценных морфозов и мутаций, 53 – смородины красной, из которых отобрано 4 формы смородины черной, 2 – смородины красной, превосходящие исходные родительские сорта по комплексу признаков.

CHEMICAL MUTAGENESIS IN BREEDING RIBES NIGRUM AND RIBES RUBRUM

I. E. Buchenkov, I. V. Rishkel, O. S. Rishkel

International Environmental Sakharov Institute
of Belorussian State University Minsk, Belarus
(Belarus, 220070, Minsk, str. Dolgobrodskaya 23/1
e-mail: butchenkow@mail.ru)

Key words: chemical mutagenesis, nitrosoethylurea, nitrozoethylurea, mutability, red currant, black currant.

Summary. The possibility of using nitrosomethylurea (NMU) and nitrozoethylurea (NEU) in the selection of currants was studied. It was found that NEU solu-

tions have higher mutability as compared to the NMU solution. The 0.5% and 1% solutions of NMU and NEU are considered to be the sublethal and lethal doses, respectively. A greater percentage of the development of the mutant forms with economically valuable traits was observed during processing of the apical buds of plants with 0.005% solutions of NEU and 0.01% solutions of NMU with an exposure time of 12 hours.

The following cultivars of black currants are characterized by higher mutability: Vavilov Memory (4.38%), Meanaj Shmyryov (4.26%), Sanyuta (4.12%), Kantata 50 (3.87%), and Klussonovskaya (3.15%), while the cultivars Cerera (0.84%) and Katusha (0.78%) have lower mutability. Red currant cultivar Early sweet (12.11%) is characterized by higher mutability as compared to the cultivars Dream (10.62%) and Serpentine (9.40%).

A fund with 57 types of black currant with different forms of morphosis and mutations was developed, including 53 types of red currant. The following number of cultivars surpassing the original parent varieties for complex traits were selected: 4 types of black currants, 2 of red currant.

(Поступила в редакцию 05.05.2017 г.)

Введение. В настоящее время по вопросу мутационной изменчивости представителей рода *Ribes L.* накоплен обширный фактический материал, полученный как в нашей стране, так и за ее пределами [1, 3-12]. Однако первые эксперименты по получению соматических мутаций химическими мутагенами не дали эффективных результатов. Сказалась специфическая реакция растений на обработку химическими соединениями [2].

Дальнейшее расширение экспериментальных исследований по индуцированному химическому мутагенезу смородины черной и смородины красной базировалось на учете специфических особенностей развития самой культуры, изучении полученных морфозов, учете частоты и спектра всех наследуемых изменений. Вместе с тем способность смородины к вегетативному размножению дала возможность закрепить полученные наследственные соматические и почковые мутации в последующих вегетативных поколениях.

В Беларуси исследования по использованию химических мутагенов в создании исходного селекционного материала смородины находятся на начальном этапе выяснения эффективных мутагенов, доз, экспозиций воздействия, мутабельности сортов и характера изменчивости признаков [2].

При изучении влияния того или иного вида мутагена на рост и развитие растений любой сельскохозяйственной культуры первостепенное значение приобретают доза и продолжительность экспозиции обрабатываемого объекта. Кроме того, при использовании мутагенов в селекционной работе необходимо учитывать и то, что разные семей-

ства, роды, виды и отдельные сорта одного и того же вида проявляют четко выраженную неодинаковую чувствительность, как к типам воздействующих мутагенных факторов, так и к их дозам. Это проявляется в разной степени выживаемости растений, неодинаковой частоте возникновения индуцированных мутаций и в различии спектров мутаций.

Установлено, что по мере увеличения концентрации мутагена до определенного уровня возрастает и частота жизнеспособных мутаций, а затем происходит ее снижение. Возникшие изменения, произошедшие в результате обработки мутагенами сверх оптимальной нормы, вызывают гибель растений. Следовательно, в селекционной работе использование высоких концентраций мутагенов нецелесообразно, однако концентрации мутагенов не должны быть и слишком низкими, иначе воздействие мутагена будет малоэффективным. В этой связи при создании исходного материала для селекции той или иной сельскохозяйственной культуры с использованием индуцированного мутагенеза концентрации мутагенов целесообразно уточнять для каждого конкретного сорта на основе предварительных исследований [8].

Цель работы: изучить влияние НММ и НЭМ на рост и развитие растений сортов смородины черной и смородины красной, отобрать ценные для практической селекции формы.

Материал и методика исследований. Исследования проводились с 1998 по 2015 гг. Объекты исследования: сорта смородины черной – Памяти Вавилова, Минай Шмырев, Кантата 50, Церера (агробиостанция БГПУ им. М. Танка – Минский район, Минская область – 1996-2009 гг); Катюша, Санюта, Клуссоновская (опытное поле ПолесГУ – Пинский район, Брестская область – 2010-2015 гг); сорта смородины красной – Ранняя сладкая, Мечта, Серпантин (опытное поле ПолесГУ – Пинский район, Брестская область – 2010-2015 гг).

Верхушечные почки указанных выше сортов обрабатывали НММ и НЭМ в концентрациях 0,001; 0,005; 0,01; 0,05; 0,1; 0,5; 1% при экспозиции 6, 12, 24 ч. При обработке верхушечные почки побегов указанных сортов помещали в желатиновые капсулы с водными растворами мутагенов соответствующих концентраций. В каждом варианте по каждому сорту обрабатывали 30 почек. После определенной экспозиции воздействия почки промывали в воде. На следующий год выросшие из обработанных почек побеги отчеренковывали и укореняли. Почки в контрольных вариантах обрабатывали водой в желатиновых капсулах.

Критерием определения чувствительности различных сортов являлся показатель количества измененных растений, выращенных из обработанных химическими мутагенами почек.

Чувствительность определяли на второй и последующие годы роста укоренившихся черенков.

Результаты исследований и их обсуждение. За годы исследований обработано 10 080 почек сортов смородины черной, выращено 95 растений с различными типами морфозов и мутаций, в том числе 57 форм с хозяйственно-ценными признаками.

В процессе исследований установлено, что частота мутационных изменений зависит от исходного сорта, мутагена, его концентрации и экспозиции воздействия и в среднем составляет у смородины черной – 5,83%.

Изучение влияния химических мутагенов на сорта смородины черной показало, что с целью получения хозяйственно-ценных форм оптимальными концентрациями растворов мутагенов для обработки почек являются варианты с 0,005% НЭМ и 0,01% НММ при экспозиции 12 ч. При использовании более высоких концентраций мутагенов не происходит развитие побегов из верхушечных почек вследствие их усыхания. Сублетальными дозами НЭМ И НММ являются 0,5% растворы, а летальными – 1% растворы.

Установлено, что большей мутабельностью характеризуются сорта Памяти Вавилова (4,38%), Минай Шмырев (4,26%), Санюта (4,12%), Кантата 50 (3,87%), Клуссоновская (3,15%), меньшей – Церера (0,84%), Катюша (0,78%).

Наши исследования также показали, что химические мутагены индуцируют у смородины черной большое количество наследственных изменений, преобладающая часть которых не связана с хозяйственно ценными признаками.

Наиболее ценными для селекционных целей новообразованиями у смородины черной являются: высокорослость, укороченные междоузлия, длинная кисть, штамбовый габитус куста, более крупные плоды, улучшение вкуса плодов, повышение устойчивости к заболеваниям. Однако частота желательных для практической селекции мутаций очень мала. Часто желательные признаки в полученной форме сочетаются со снижением фертильности, что фенотипически проявляется более мелкими ягодами, уменьшением их количества, сильным опадением завязей и плодов. В целом в наших исследованиях отобрано только 4 формы, которые превосходят исходные сорта по комплексу признаков.

Изучение полученных и отобранных форм по различным признакам позволило выделить среди выявленных уклонений макро- и микромутации. Мутантные формы первой группы резко отличаются от родительских форм по структуре листьев, габитусу куста, характеру роста ветвей. У мутантных форм второй группы основные признаки

материнского сорта сохраняются, а небольшие отклонения затрагивают морфологию листа.

Изучали также соматические мутации. При этом использовали фенотипически четко проявляющиеся изменения, связанные с хлорофильной недостаточностью и морфологическим строением листьев (характер зазубренности края листовой пластинки, ее поверхность, расчлененность, размер и форма). Учеты проводили в конце роста побегов.

Большее количество соматических мутаций было индуцировано НЭМ, меньше НММ. НЭМ способствовала появлению в большинстве случаев хлорофильных мутаций, а НММ вызывала обычно сопутствующие друг другу хлорофильные и морфологические мутации.

Изучение соматических мутаций смородины черной проводили с целью установления корреляционных связей мутантного признака, проявляющегося на ранних этапах развития (хлорофильная недостаточность, морфологическое строение листа) с хозяйственно ценными показателями (штамбовый габитус, крупные плоды и т.д.), обычно проявляющимися на поздних этапах развития.

В зависимости от степени изменения листьев все изученные мутантные формы морфологического типа были разделены на три группы:

- 1 – с резко выраженной расчлененностью листьев;
- 2 – с сильной деформацией поверхности листовой пластинки;
- 3 – с измененными размерами листовой пластинки.

Отобранные первоначально измененные формы размножали вегетативно. Результаты учетов во втором и третьем вегетативном поколениях показали связь степени изменения листовой пластинки с другими признаками.

Первой группе растений свойственны слаборослость, граничащая с карликовостью, и поздние сроки прохождения фенофаз. Преобладающему большинству растений этой группы характерна хлорофильная недостаточность. Причем зоны измененной по окраске ткани сосредоточены вдоль крупных жилок.

Вторая группа растений характеризуется пониженной фертильностью пыльцы и хлорофильной недостаточностью, которая проявляется в виде светло-зеленой окраски листьев. Растениям этой группы свойственна пониженная урожайность за счет уменьшения числа соцветий, цветков в соцветии, диаметра ягод.

Третья группа растений не отличается от исходных родительских сортов по силе роста, окраске листьев, но характеризуется повышенной стерильностью пыльцы, уменьшением числа цветков в соцветии, мелкоплодностью.

Таким образом, среди морфологических мутантов выявлена четкая связь характера изменения листовой пластинки с целым комплексом других признаков, в первую очередь урожайностью и габитусом куста.

Изучены также хлорофильные мутантные формы, представленные растениями с измененной окраской листьев, наблюдаемой в течение всего периода вегетации. В отличие от морфологических мутантных форм, имеющих лишь отдельные участки листа с хлорофильной недостаточностью, указанные выше формы характеризуются изменением окраски всей листовой пластинки.

В целом все выявленные формы с хлорофильными изменениями можно объединить в три группы:

1 – одноцветные – желтые, светло-зеленые, зеленовато-желтые;

2 – двухцветные – часть листьев на кусте светло-зеленые или желто-зеленые, а остальные обычные;

3 – со сменяющейся окраской – зеленая окраска листьев в течение вегетации меняется на бледно-желтовато-зеленую.

Выявление среди групп хлорофильных мутантов корреляционных связей с другими хозяйственно ценными признаками в течение трех вегетативных поколений показало, что первой группе растений характерна слаброслость или штамбовый габитус куста, второй – компактный с приподнятыми ветвями габитус куста, третьей – раскидистая форма куста и отставание в сроках прохождения фенологических фаз развития.

При использовании химического мутагенеза в селекции смородины красной за годы исследований обработано 4320 почек, выращено 95 растений с различными типами морфозов и мутаций, из них 53 формы с хозяйственно-ценными признаками.

В процессе исследований установлено, что частота мутационных изменений зависит от исходного сорта, мутагена, его концентрации и экспозиции воздействия. Большой мутабельностью характеризуется сорт Ранняя сладкая (12,11%), меньшей – Мечта (10,62%) и Серпантин (9,40%).

Как и для сортов смородины черной, у смородины красной оптимальными концентрациями растворов мутагенов для обработки являются варианты с 0,005% НЭМ и 0,01% НММ при экспозиции 12 ч.

Закключение. Таким образом, в результате изучения возможности использования химического мутагенеза (НЭМ и НММ) в селекции смородины установлено:

1. Большой мутабельностью обладают растворы НЭМ в сравнении с НММ.

2. Сублетальными дозами НЭМ и НММ являются 0,5% растворы, а летальными – 1% растворы.

3. Большой процент развития мутантных форм с хозяйственно-ценными признаками наблюдается при обработке верхушечных почек растений 0,005% растворами НЭМ и 0,01% растворами НММ при экспозиции 12 ч.

4. Большой мутабельностью у смородины черной характеризуются сорта Памяти Вавилова (4,38%), Минай Шмырев (4,26%), Санюта (4,12%), Кантата 50 (3,87%), Клуссоновская (3,15%), меньшей – Церера (0,84%), Катюша (0,78%); у смородины красной большей мутабельностью характеризуется сорт Ранняя сладкая (12,11%), меньшей – Мечта (10,62%) и Серпантин (9,40%).

5. Получен фонд из 57 форм смородины черной с различными типами морфозов и мутаций, 53 – смородины красной, из которых отобрано 4 формы смородины черной, 2 – смородины красной, превосходящие исходные родительские сорта по комплексу признаков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артемчук, И. П. Эффективность мутагенных факторов в создании исходного материала с хозяйственно-ценными признаками / И. П. Артемчук // *Мат. Межд. науч. конф. «Генетика и биотехнология XXI века: проблемы, достижения, перспективы»*. – Мн., 2012. – 39 с.
2. Бавуто, Г. А. Обогащение генофонда и создание исходного материала плодово-ягодных культур на основе экспериментальной аллополиплоидии и мутагенеза: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.05 / Г. А. Бавуто; Тартуский гос. ун-т. – Тарту, 1980. – 49 с.
3. Кадыров, М. А. Селекция основных сельскохозяйственных растений в Беларуси: традиции, инновации, результативность / М. А. Кадыров, Д. В. Лужинский / *Сб. науч. тр.: Молекулярная и прикладная генетика* / ред. колл.: А. В. Кильчевский (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2009. – Т. 9. – С. 32-37.
4. Картель, Н. А. Молекулярные маркеры в изучении хозяйственно-ценных признаков сельскохозяйственных культур / Н. А. Картель // *Сб. науч. тр.: Молекулярная и прикладная генетика* / ред. колл.: А. В. Кильчевский (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2009. – Т. 9. – С. 19-27.
5. Кильчевский, А. В. Генетические основы селекции растений / А. В. Кильчевский / *Сб. науч. тр.: Молекулярная и прикладная генетика* // ред. кол. А. В. Кильчевский [и др.]. – Минск, 2007. – Т. 6. – С. 13-21.
6. Коновалов, Ю. Б. Общая селекция растений / Ю. Б. Коновалов, В. В. Пыльцев, Т. И. Хупацария, В. С. Рубец. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011. – 395 с.
7. Тарасенко, Н. Д. Индуцирование мутации и устойчивость сельскохозяйственных культур к заболеваниям / Н. Д. Тарасенко // *Международные научные связи*. – 2010. – С. 93-96.
8. Шишлов, М. П. Рекомбиногенез как неиспользованная возможность гибридной селекции растений / М. П. Шишлов, А. М. Шишлова // *Материалы конф.: Генетика и биотехнология 21 века: проблемы, достижения, перспективы*; Минск, 8-11 октября. – Мн., 2012. – 119 с.
9. Amano, E. Plant cultivars derived from mutation induction or the use of induced mutants in cross breeding *Mutation Breeding Newsletter* / E. Amano // *Plant Mutat. Breed. For Crop Improv: Proc. Int. Symp.* – Vol. 1. – №40. – Vienna, 1993. – P. 25-27.
10. Cannistraro, V. J. Acceleration of 5-methylcytosine deamination in cyclobutane dimers by G and its implications for UV-induced C-to-T mutation hotspots / V. J. Cannistraro, J.S. Taylor // *J. Mol. Biol.* – 2009. – 392. – P. 1145-1157.

11. Friedberg E. C. DNA repair and mutagenesis / E. C. Friedberg, G. C. Walker, W. Siede, R. D. Wood, R. A. Schultz, T. Ellenberger. – part 3. Washington: ASM Press. – 2006. 2nd ed.
12. Shy, Q. Y. Mutation techniques for gene discovery and crop improvement / Q. Y. Shy, P. J. Logoda // Molecular Plant breeding. – 2007. – Vol. 5. – P. 193-198.

УДК 631.8:631.559:635.21(476-18)

НОВЫЕ ФОРМЫ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

И. Р. Вильдфлуш, Е. Л. Ионас

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Могилевская область, Республика Беларусь
(Республика Беларусь, 213407, г. Горки, Мичурина, 5
e-mail: eliaai@rambler.ru)

***Ключевые слова:** картофель, удобрения, дерново-подзолистая почва, урожай, качество, сорт.*

***Аннотация.** Впервые на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах северо-восточной части Беларуси исследовалось влияние новых форм комплексных удобрений для основного внесения, (АФК) удобрения марки 16:12:24 с содержанием В, Си и S, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, комплексного бесхлорного органоминерального гранулированного удобрения для картофеля с содержанием макро- и микроэлементов и регулятором роста, производимого в России, а также комплексных удобрений для некорневой подкормки Нутривант плюс (картофельный) израильского производства, белорусского жидкого комплексного микроудобрения с регулятором роста МикроСтим В, Си на урожайность, структуру урожая и качество клубней картофеля.*

USING OF KAPPA-CASEIN GENE IN CATTLE SELECTION

I. R. Vildflush, E. L. Ionas

Belarusian State Agricultural Academy
Gorki, Mogilev region, Republic of Belarus
(Republic of Belarus, 213407, Gorki, Michurina, 5
E-mail: eliaai@rambler.ru)

***Key words:** potatoes, fertilizer, sod-podzolic soil, yield, quality, brand.*

***Summary.** For the first time at the sod-podzolic light loamy soils of the north-eastern part of Belarus studied the impact of new forms of complex fertilizers for the*