

УДК 634.721+634.726]:631.527

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИТРОЗОМЕТИЛМОЧЕВИНЫ И НИТРОЗОЭТИЛМОЧЕВИНЫ ПРИ СОЗДАНИИ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СМОРОДИНЫ И КРЫЖОВНИКА

*Игорь БУЧЕНКОВ**Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова, Белорусского государственного университета, Республика Беларусь*

**Abstract.** The possibility of using nitrosomethylurea (NMU) and nitrosoethylurea (NEU) in the selection of currants and gooseberries was studied. It was found that NEU solutions have higher mutating effect 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 mutant forms with economically valuable traits was observed if apical buds of plants were treated 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: Pamyati Vavilova (4.38%), Minaj Shmyryov (4.26%), while the cultivars Cerera (0.84%) and Katyusha (0.78%) have lower mutability. Red currant cultivar Rannyaya Sladkaya (12.11%) is characterized by higher mutability as compared to the cultivar Mechta (10.62%). Gooseberry cultivars with higher mutability are Rozovyj 2 (14.88%), Malachite (13.66%), while the cultivars Yarovoj (2.63%) and Mashenka (0.63%) have the lowest mutability. A pool of 57 types of black currant with different forms of morphosis and mutations was developed, 53 types of red currant, 66 types of gooseberries. The following number of cultivars surpassing the original parent varieties for complex traits were selected: 4 types of black currants, 2 of red currant, and 3 types of gooseberries.

**Key words:** Currant; Gooseberry; Nitrosomethylurea; Nitrosoethylurea; Selection; Mutagen; Phenotype.

**Реферат.** Изучена возможность использования нитрозометилмочевины (НММ) и нитрозоэтилмочевины (НЭМ) в селекции смородины и крыжовника. Установлено, что растворы НЭМ обладают большим мутабельным эффектом 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 часов. Больше мутабельностью у смородины черной характеризуются сорта Памяти Вавилова (4,38%), Минай Шмырев (4,26%), меньшей – Церера (0,84%), Катюша (0,78%). У смородины красной большей мутабельностью характеризуется сорт Ранняя сладкая (12,11%), меньшей – Мечта (10,62%). У крыжовника большей мутабельностью характеризуются сорта Розовый 2 (14,88%), Малахит (13,66%), меньшей – Яровой (2,63%) и Машенка (0,63%). Получен фонд из 57 форм смородины черной с различными типами хозяйственно ценных морфозов и мутаций, 53 – смородины красной, 66 – крыжовника, из которых отобрано 4 формы смородины черной, 2 – смородины красной и 3 – крыжовника, превосходящие исходные родительские сорта по комплексу признаков.

**Ключевые слова:** Смородина; Крыжовник; Нитрозометилмочевина; Нитрозоэтилмочевина; Селекция; Мутаген; Фенотип.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время по вопросу мутационной изменчивости представителей семейства *Grossulariaceae* Dumort. накоплен обширный фактический материал, полученный как в нашей стране, так и за ее пределами (Bauer, R. 1957; Эглите, М.А. 1971; Grober, K. 1967; Nybom, N., Koch, A. 1965; Равкин, А.С. 1972). Однако первые эксперименты по получению соматических мутаций химическими мутагенами не дали эффективных результатов. Сказалась специфическая реакция растений на обработку химическими соединениями (Равкин, А.С. 1981).

Дальнейшее расширение экспериментальных исследований по индуцированному химическому мутагенезу смородины черной, смородины красной и крыжовника базировалось на учете специфических особенностей развития самой культуры, изучении полученных морфозов, учете частоты и спектра всех наследуемых изменений. Вместе с тем, способность смородины и крыжовника к вегетативному размножению дала возможность закрепить полученные наследственные соматические и почковые мутации в последующих вегетативных поколениях (Потапов, С.П. 1977; Рапопорт, И.А. 1992; Сальникова, Т.В. 1983).

В Беларуси исследования по использованию химических мутагенов в создании исходного селекционного материала смородины и крыжовника находятся на начальном этапе выяснения эффективных мутагенов, доз, экспозиций воздействия, мутабельности сортов и характера изменчивости признаков. Начиная с 1976 по 1980 гг. Г.А Бавтуто на основе радиационного и химического мутагенеза получены мутантные формы смородины черной с отклонениями в морфологии ли-

ста, побега, диаметра плодов, времени их созревания, урожайности, иммунности, зимостойкости, силе роста, степени самоплодности (Бавтуто, Г.А. 1980).

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 семейства, 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 (Ауэрбах, Ш. 1978; Рапопорт, И.А. 1978; Стрельчук, С.И. 1981; Зоз, Н.Н. 1968).

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 (Рапопорт, И.А., Шигаева, М.Х., Ахматуллина, Н.Б. 1980).

Построение дозовой кривой, основанной на обработке растений или их отдельных органов различными концентрациями того или иного вида мутагена – это первый этап определения возможности использования конкретного мутагена при создании мутантных форм растений.

В почвенно-климатических условиях Беларуси достаточно глубоких исследований возможности использования индуцированного химического мутагенеза в селекции смородины черной, смородины красной и крыжовника не проводилось. Практически ни для одного вида мутагена на базе сортов данных культур не установлены оптимальные, летальные и сублетальные концентрации.

В этой связи целью настоящих исследований являлось изучение влияния дозовых концентраций мутагенов – нитрозометилмочевины и нитрозоэтилмочевины на рост и развитие растений сортов смородины черной, смородины красной и крыжовника, а также изучение и отбор полученных форм для дальнейшей селекции.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили с 1998 по 2009 гг. на агробиологической станции БГПУ им. М. Танка, а с 2009 по 2017 гг. на опытном поле ПолесГУ.

Объектами исследования стали сорта смородины черной Памяти Вавилова, Минай Шмырев, Кантата 50, Церера (агробиостанция БГПУ им. М. Танка); Катюша, Санюта, Клуссоновская (опытное поле ПолесГУ); сорта смородины красной - Ранняя сладкая, Мечта, Серпантин (опытное поле ПолесГУ); сорта крыжовника – Розовый 2, Машека (агробиостанция БГПУ им. М.Танка); Малахит, Северный капитан, Яровой (опытное поле ПолесГУ).

Верхушечные почки, выше указанных сортов, обрабатывали нитрозометилмочевиной (НММ) и нитрозоэтилмочевиной (НЭМ) в концентрациях 0,001; 0,005; 0,01; 0,05; 0,1; 0,5; 1% при экспозициях 6, 12, 24 часа. 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 И ОБСУЖДЕНИЯ

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.



Изучение влияния химических мутагенов на сорта смородины черной показало, что с целью получения хозяйственно ценных форм оптимальными концентрациями растворов мутагенов для обработки сортов являются варианты с 0,005% НЭМ и 0,01% НММ при экспозиции 12 часов. 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 микро-мутации. 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 (табл. 2).

В процессе исследований установлено, что частота мутационных изменений зависит от исходного сорта, мутагена, его концентрации и экспозиции воздействия. Наибольшей 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 часов.

При использовании химического мутагенеза в селекции крыжовника за годы исследований обработано 7200 почек, выращено 150 растений с различными типами морфозов и мутаций, из которых отобрано 66 с хозяйственно-ценными признаками. В процессе исследований установлено, что частота мутационных изменений зависит от исходного сорта, мутагена, его концентрации и экспозиции воздействия (табл. 3).

Изучение влияния химических мутагенов на сорта крыжовника показало, что для получения хозяйственно ценных форм оптимальными концентрациями растворов мутагенов для обработки сортов являются варианты с 0,005% НЭМ и 0,01% НММ при экспозиции 12 часов.

Установлено, что большей мутабельностью характеризуются сорта Розовый 2 (14,88%), Малахит (13,66%), Северный капитан (11,92%), меньшей – Яровой (2,63%) и Машека (0,63%).

## ВЫВОДЫ

В результате изучения возможности использования химического мутагенеза (НЭМ и НММ) в селекции смородины и крыжовника установлено:

Наибольшей 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 часов.





Большей 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%); у крыжовника большей мутабельностью характеризуются сорта Розовый 2 (14,88%), Малахит (13,66%), Северный капитан (11,92%), меньшей – Яровой (2,63%) и Машека (0,63%).

Получен фонд из 57 форм смородины черной с различными типами морфозов и мутаций, 53 – смородины красной, 66 – крыжовника, из которых отобрано 4 формы смородины черной, 2 – смородины красной и 3 – крыжовника, превосходящие исходные родительские сорта по комплексу признаков.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АУЭРБАХ, Ш. (1978) Проблемы мутагенеза. Москва: Мир. 458 с.
2. БАВТУТО, Г.А. (1980) Обогащение генофонда и создание исходного материала плодово-ягодных культур на основе экспериментальной аллополиплоидии и мутагенеза: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Тарту. 49 с.
3. ЗОЗ, Н.Н. (1968) Методика исследования химических мутагенов в селекции сельскохозяйственных культур. В: Мутационная селекция. Москва: Наука, с. 217-230.
4. ПОТАПОВ, С.П. (1977) Химический мутагенез в селекции черной смородины. В: Индуцированный мутагенез в селекции садовых растений. Москва: Изд-во МГУ, с. 131-141.
5. РАВКИН, А.С. (1972) Типы индуцированных химер черной смородины и некоторые особенности их формирования. В: Плодоводство и ягодоводство нечерноземной полосы. Москва: НИЗИСНП, с. 322-331.
6. РАВКИН, А.С. (1981) Действие ионизирующих излучений и химических мутагенов на вегетативно размножаемые растения. Москва: Наука. 192 с.
7. РАПОПОРТ, И.А. (1978) Генетические ресурсы доминантности в химическом мутагенезе и их селекционное значение. В: Химический мутагенез и гибридизация. Москва: Наука, с. 3-33.
8. РАПОПОРТ, И.А. (1992) Явление химического мутагенеза и его генетическое изучение. В: Природа, № 3, с. 103-106.
9. РАПОПОРТ, И.А., ШИГАЕВА, М.Х., АХМАТУЛЛИНА, Н.Б. (1980) Химический мутагенез проблемы и перспективы. Алма-Ата. 320 с.
10. САЛЬНИКОВА, Т.В. (1983) Факторы, влияющие на спектр и типы мутантов при химическом мутагенезе. В: Химический мутагенез и качество сельскохозяйственной продукции: сб. науч. тр. Москва: Наука, с. 38-51.
11. СТРЕЛЬЧУК, С.И. (1981) Основы экспериментального мутагенеза. Киев: Вища школа. 216 с.
12. ЭГЛИТЕ, М.А. (1971) Влияние N-нитрозоэтилмочевины на черную смородину в год обработки. В: Химический мутагенез и селекция. Москва: Наука, с. 379-388.
13. BAUER, R. (1957) The induction of vegetative mutations in *Ribes nigrum*. In: Heredidas, nr. 2, pp. 323-337. ISSN 1601-5223.
14. GROBER, K. (1967) Some results of mutation experiments an apples and black currants. In: Induced mutations and their utilization. Bonn, pp. 377-382.
15. NYBOM, N., KOCH, A. (1965) Induced mutations and breeding methods in vegetatively propagated plants. In: Radiation Botany, nr. 4, pp. 661-678. ISSN 0033-7560.

Data prezentării articolului: 22.02.2019

Data acceptării articolului: 27.03.2019