

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИТРОЗОМЕТИЛМОЧЕВИНЫ И НИТРОЗОЭТИЛМОЧЕВИНЫ В СЕМЕЙСТВЕ GROSSULARIACEAE DUMORT

И.Э. БУЧЕНКОВ¹, А.Г. ЧЕРНЕЦКАЯ², О.В. НИЛОВА²

¹Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова

г. Минск, Республика Беларусь

²Полесский государственный университет

г. Пинск, Республика Беларусь

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 [5, 12 – 15]. Однако первые эксперименты по получению соматических мутаций химическими мутагенами не дали эффективных результатов. Сказалась специфическая реакция растений на обработку химическими соединениями [6].

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 [4, 9, 10].

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 листа, побега, диаметра плодов, времени их созревания, урожайности, иммунности, зимостойкости, силе роста, степени самоплодности [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 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 [1, 3, 7, 11].

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].

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.

Объекты, условия и методы исследований. Исследования проводили с 1998 по 2009 гг. на агробиологической станции БГПУ им. М. Танка, а с 2009 по 2013 гг. на опытном поле ПолесГУ.

Объекты исследования: 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 нитрозометилмочевинной (НММ) и нитроэтилмочевинной (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 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% (табл. 1).

Таблица 1 – Обобщенные данные влияния химических мутагенов (НЭМ, НММ) на сорта *Ribes nigrum L.*

Мутаген	Концентрация, мМ	Экспозиция, час	Распустившихся Верхушечных почек		Укоренившихся черенков		Измененных растений		Отобрано форм с хозяйственно ценными признаками	
			шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
НММ	контроль	6	184	87,62	156	74,28	–	–	–	–
	0,001		193	91,90	170	80,95	1	0,48	–	–
	0,005		156	74,29	123	58,57	3	1,42	1	0,48
	0,01		112	53,33	46	21,90	7	3,33	6	2,86
	0,05		49	23,33	32	15,23	2	0,95	1	0,48
	0,1		37	17,61	16	7,62	–	–	–	–
	0,5		28	13,33	5	2,38	–	–	–	–
	1		–	–	–	–	–	–	–	–
	контроль	12	186	88,57	158	75,23	–	–	–	–
	0,001		196	93,33	175	83,33	–	–	–	–
0,005	161		76,66	133	63,33	4	1,91	2	0,95	

Окончание таблицы 1

	0,01		135	64,29	58	27,62	9	4,29	8	3,81	
	0,05		72	34,29	30	14,29	2	0,95	1	0,48	
	0,1		51	24,28	28	13,33	–	–	–	–	
	0,5		37	17,62	–	–	–	–	–	–	
	1		–	–	–	–	–	–	–	–	
	контроль	24	182	86,66	149	70,95	–	–	–	–	
	0,001		186	88,57	168	80,00	–	–	–	–	
	0,005		151	71,90	122	58,10	3	1,43	1	0,48	
	0,01		107	50,95	65	30,95	7	3,33	4	1,90	
	0,05		44	20,95	28	13,33	4	1,90	1	0,48	
	0,1		35	16,66	14	6,66	1	0,48	–	–	
	0,5		23	10,95	–	–	–	–	–	–	
	1		–	–	–	–	–	–	–	–	
НЭМ	контроль		6	191	90,95	161	76,66	–	–	–	–
	0,001			196	93,33	168	80,00	2	0,95	–	–
	0,005	135		64,29	53	25,23	8	3,81	6	2,86	
	0,01	91		43,33	37	17,62	4	1,90	2	0,95	
	0,05	60		28,57	30	14,29	2	0,95	–	–	
	0,1	32		15,24	16	7,62	–	–	–	–	
	0,5	18		8,57	–	–	–	–	–	–	
	1	–		–	–	–	–	–	–	–	
	контроль	12	196	93,33	163	77,62	–	–	–	–	
	0,001		203	96,66	191	90,95	4	1,90	3	1,43	
	0,005		139	66,19	56	26,66	11	5,24	9	4,26	
	0,01		112	53,33	44	20,95	5	2,38	4	1,90	
	0,05		94	44,76	30	14,28	2	0,95	1	0,48	
	0,1		53	25,23	18	8,57	1	0,48	–	–	
	0,5		28	13,33	–	–	–	–	–	–	
	1		–	–	–	–	–	–	–	–	
	контроль	24	186	88,57	170	80,95	–	–	–	–	
	0,001		193	91,90	172	81,90	2	0,95	–	–	
	0,005		119	56,66	56	26,66	7	3,33	6	2,86	
	0,01		91	43,33	35	16,66	3	1,43	1	0,48	
	0,05		58	27,62	18	8,57	1	0,48	–	–	
	0,1		32	15,24	7	3,33	–	–	–	–	
	0,5		18	8,57	–	–	–	–	–	–	
	1		–	–	–	–	–	–	–	–	

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%), Клуусоновская (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 бо-

лее 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. Больше 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 фаз. 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 слаборослость 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).

Таблица 2 – Обобщенные данные влияния химических мутагенов (НЭМ, НММ) на сорта *Ribes rubrum L.*

Мутаген	Концентрация, мМ	Экспозиция, час	Распустившихся верхушечных почек		Укоренившихся черенков		Измененных растений		Отобрано форм с хозяйственно-ценными признаками	
			шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
НММ	контроль	6	73	81,11	56	62,22	–	–	–	–
	0,001		76	84,44	58	64,44	1	1,11	–	–
	0,005		69	76,66	54	60,00	2	2,22	1	1,11
	0,01		39	43,33	8	8,88	7	7,77	5	5,55
	0,05		18	20,00	3	1,43	1	1,11	–	–
	0,1		14	15,55	1	1,11	–	–	–	–
	0,5		10	11,11	–	–	–	–	–	–
	1		–	–	–	–	–	–	–	–
	контроль	12	76	84,44	58	64,44	–	–	–	–
	0,001		78	86,66	61	67,77	2	2,22	–	–
	0,005		39	43,33	6	6,66	4	4,44	2	2,22
	0,01		56	62,22	12	13,33	9	10,00	7	7,77
	0,05		25	27,77	4	4,44	2	2,22	–	–
	0,1		16	17,77	2	2,22	–	–	–	–
	0,5		7	7,77	–	–	–	–	–	–
	1		–	–	–	–	–	–	–	–
	контроль	24	72	80,00	55	61,11	–	–	–	–
	0,001		74	82,22	57	63,33	–	–	–	–
	0,005		20	22,22	3	3,33	1	1,11	–	–
	0,01		36	40,00	10	11,11	8	8,88	6	6,66
	0,05		18	20,00	3	3,33	2	2,22	–	–
	0,1		16	17,77	1	1,11	–	–	–	–
	0,5		10	11,11	–	–	–	–	–	–
	1		–	–	–	–	–	–	–	–
НЭМ	контроль	6	75	83,33	58	64,44	–	–	–	–
	0,001		77	85,55	62	68,88	1	1,11	–	–
	0,005		62	68,88	14	15,55	10	11,11	8	8,88
	0,01		35	38,88	7	7,77	5	5,55	3	3,33
	0,05		23	25,55	3	3,33	1	1,11	–	–
	0,1		11	12,22	2	2,22	–	–	–	–
	0,5		6	6,66	–	–	–	–	–	–
	1		–	–	–	–	–	–	–	–
	контроль	12	77	85,55	62	68,88	–	–	–	–
	0,001		79	87,77	64	71,11	5	5,55	–	–
	0,005		82	91,11	14	15,55	12	13,33	9	10,00
	0,01		43	47,77	8	8,88	6	6,66	3	3,33
	0,05		28	31,11	4	4,44	2	2,22	–	–
	0,1		10	11,11	2	2,22	–	–	–	–
	0,5		5	5,55	–	–	–	–	–	–
	1		–	–	–	–	–	–	–	–

Окончание таблицы 2

	контроль	24	74	82,22	56	62,22	–	–	–	–
	0,001		76	84,44	59	65,55	1	1,11	–	–
	0,005		56	62,22	13	14,44	10	11,11	8	8,88
	0,01		37	41,11	4	4,44	2	2,22	1	1,11
	0,05		23	25,55	2	2,22	1	1,11	–	–
	0,1		12	13,33	1	1,11	–	–	–	–
	0,5		3	3,33	–	–	–	–	–	–
	1		–	–	–	–	–	–	–	–

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

Таблица 3 – Обобщенные данные влияния химических мутагенов (НЭМ, НММ) на *Grossularia reclinata* Mill.

Мутаген	Концентрация, мМ	Экспозиция, час	Распустившихся верхушечных почек		Укоренившихся растений		Измененных растений		Отобрано форм с хозяйственно–ценными признаками	
			шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
НММ	контроль	6	112	74,66	105	70,00	–	–	–	–
	0,001		107	71,33	68	45,33	1	0,60	–	–
	0,005		102	68,00	59	39,33	3	2,00	1	0,66
	0,01		96	64,00	46	30,66	8	5,33	5	3,33
	0,05		54	36,00	27	18,00	4	2,66	2	1,33
	0,1		21	14,00	14	9,33	2	1,33	–	–
	0,5		7	4,66	4	2,66	1	0,66	–	–
	1		–	–	–	–	–	–	–	–
	контроль	12	111	74,00	103	68,66	–	–	–	–
	0,001		109	72,66	69	46,00	2	1,33	–	–
	0,005		105	70,00	57	38,00	5	3,33	2	1,33
	0,01		91	60,66	43	28,66	9	6,00	7	4,66
	0,05		49	32,66	24	16,00	4	2,66	2	1,33
	0,1		18	12,00	13	8,66	2	1,33	–	–
	0,5		4	2,66	3	2,00	–	–	–	–
	1		–	–	–	–	–	–	–	–
	контроль	24	113	75,33	104	69,33	–	–	–	–
	0,001		105	70,00	67	44,66	1	0,60	–	–
	0,005		96	64,00	54	36,00	4	2,66	1	0,66
	0,01		83	55,33	37	24,66	11	7,33	5	3,33
	0,05		42	28,00	21	14,00	3	2,00	1	0,66
	0,1		13	8,66	8	5,33	1	0,60	–	–
	0,5		2	1,33	–	–	–	–	–	–
	1		–	–	–	–	–	–	–	–

Окончание таблицы 3

	1		–	–	–	–	–	–	–	–
НЭМ	контроль	6	110	73,33	106	70,66	–	–	–	–
	0,001		104	69,33	63	42,00	4	2,66	1	0,66
	0,005		92	61,33	51	34,00	14	9,33	7	4,66
	0,01		76	50,66	32	21,33	6	4,00	2	1,33
	0,05		37	24,66	21	14,00	3	2,00	–	–
	0,1		11	7,33	12	8,00	1	0,60	–	–
	0,5		1	0,66	–	–	–	–	–	–
	1		–	–	–	–	–	–	–	–
	контроль	12	112	74,66	105	70,00	–	–	–	–
	0,001		106	70,66	59	39,33	3	2,00	–	–
	0,005		87	58,00	48	32,00	6	4,00	3	2,00
	0,01		68	45,33	29	19,33	16	10,66	9	6,00
	0,05		29	19,33	16	10,66	5	3,33	2	1,33
	0,1		9	6,00	9	6,00	2	1,33	–	–
	0,5		–	–	–	–	–	–	–	–
	1		–	–	–	–	–	–	–	–
	контроль	24	111	74,00	107	71,33	–	–	–	–
	0,001		103	68,66	53	35,33	2	1,33	–	–
	0,005		83	55,33	42	28,00	6	4,00	2	1,33
	0,01		62	41,33	26	17,33	18	12,00	7	4,66
	0,05		22	14,66	12	8,00	3	2,00	1	0,66
	0,1		3	2,00	–	–	–	–	–	–
	0,5		–	–	–	–	–	–	–	–
	1		–	–	–	–	–	–	–	–

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:

1. Большей 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 часов.
4. Большей мутабельностью у смородины черной характеризуются сорта Памяти Вавилова (4,38%), Минай Шмырев (4,26%), Санюта (4,12%), Кантата 50 (3,87%), Клуусоновская (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%).
5. 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ауэрбах, Ш. Проблемы мутагенеза / Ш. Ауэрбах. – М.: Мир, 1978. – 458 с.
2. Бавтуто, 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. Бавтуто; Тартуский гос. ун-т. – Тарту, 1980. – 49 с.

3. Зоз, Н.Н. Методика исследования химических мутагенов в селекции сельскохозяйственных культур / Н.Н. Зоз // Мутационная селекция. – М.: Наука, 1968. – С. 217 – 230.
4. Потапов, С.П. Химический мутагенез в селекции черной смородины // С.П. Потапов // Индуцированный мутагенез в селекции садовых растений. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – с. 131–141.
5. Равкин, А.С. Типы индуцированных химер черной смородины и некоторые особенности их формирования / А.С. Равкин // Плодоводство и ягодоводство нечерноземной полосы. – М.: НИЗИСНП, 1972. – с. 322–331.
6. Равкин, А.С. Действие ионизирующих излучений и химических мутагенов на вегетативно размножаемые растения / А.С. Равкин. – М.: Наука, 1981. – 192 с.
7. Рапопорт, И.А. Генетические ресурсы доминантности в химическом мутагенезе и их селекционное значение / И.А. Рапопорт // Химический мутагенез и гибридизация. – М.: Наука, 1978. – с.3–33.
8. Рапопорт, И.А. Химический мутагенез проблемы и перспективы / И.А. Рапопорт, М.Х. Шигаева, Н.Б. Ахматуллина. – Алма-Ата, 1980. – 320 с.
9. Рапопорт, И.А. Явление химического мутагенеза и его генетическое изучение / И.А. Рапопорт // Природа. – 1992. – № 3. – С. 103–106.
10. Сальникова, Т.В. Факторы, влияющие на спектр и типы мутантов при химическом мутагенезе / Т.В. Сальникова // Химический мутагенез и качество сельскохозяйственной продукции: сб. научн. Трудов – М.: Наука, 1983. – С. 38–51.
11. Стрельчук, С.И. Основы экспериментального мутагенеза / С.И. Стрельчук. – Киев: Вища школа, 1981. – 216 с.
12. Эглите, М.А. Влияние N–нитрозозтилмочевины на черную смородину в год обработки / М.А. Эглите // Химический мутагенез и селекция. – М.: Наука, 1971. – с. 379–388.
13. Bauer, R. The induction of vegetative mutations in *Ribes nigrum* / Heredidas. – 1957. – № 2. – p. 323–337.
14. Grober, K. Some results of mutation experiments an apples and black currants / K. Grober // Induced mutations and their utilization. – Bonn, 1967. – p. 377–382.
15. Nybom, N. Induced mutations and breeding methods in vegetatively propagated plants / N. Nybom, A. Koch // Rad. Bot. – 1965. – № 4. – 661–678.