

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ РЯДА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ У *LINUM HUMILE* MILL. ПОД ДЕЙСТВИЕМ ХИМИЧЕСКИХ МУТАГЕНОВ В ПОКОЛЕНИИ M<sub>1</sub>

А.В. Тигова, А.И. Сорока

*Институт масличных культур НААН*

В результате проведенных исследований установлено влияние некоторых химических мутагенов на ряд морфометрических признаков *Linum humile* Mill. у сортов Айсберг и Солнечный в поколении M<sub>1</sub>. Выявлена зависимость изменения изученных признаков «высота растения», «количество коробочек на растении», «количество боковых побегов» и «количество семян на растении» от природы химического мутагена и его концентрации, а также от генотипа. Установлен общий характер влияния мутагенов на процессы роста и развития растений льна, который сопровождался стимулирующим или депрессивным эффектом.

**Ключевые слова:** лен, мутагенез, поколение M<sub>1</sub>, химический мутаген, диметилсульфат, морфометрический признак.

### **Введение**

Лен масличный – ценная техническая культура многостороннего использования. Основными производителями льна масличного являются Канада, Китай, Российская Федерация, Индия, Аргентина и США. За последние годы интерес к этой культуре вырос. В 2015 г. в Украине посевы льна масличного составляли около 40,3 тыс. гектаров, а в мире – более 7,5 млн. га [1]. Лен масличный характеризуется отличными биологическими и хозяйственными качествами, а именно высокой засухоустойчивостью, коротким вегетационным периодом, технологичностью производства, высокими урожаями и рентабельностью [2].

Лен – важное лекарственное растение. Льняное масло используют в диетическом питании больных с нарушением жирового обмена, атеросклерозе, ишемической болезни сердца, мозга, гипертонической болезни, сахарном диабете, при циррозе печени, жировой дистрофии печени. Оно содержит минимальное количество холестерина и большое количество ненасыщенных жирных кислот (омега-3, омега-6 и омега-9), употребление которых в пищу понижает уровень холестерина. Слизь, которая накапливается при намокании семян, имеет хорошие смягчающие действие при кишечных болезнях [3].

В связи с таким широким использованием льна постоянно возникает потребность в сортах данной культуры с новыми, улучшенными характеристиками. Для создания нужных генетических форм с теми или иными хозяйственно-ценными признаками необходимы новые генетические источники. Одним из путей генерирования генных состояний с новыми свойствами является метод химического мутагенеза [4-6]. Использование метода химического мутагенеза позволяет за короткий срок создавать ценный исходный материал с разнообразными морфологическими и физиологическими признаками,

биохимическими показателями, увеличивать частоту и расширять спектр оригинальных мутаций.

Несмотря на увеличение количества научных исследований в области льноводства в последнее десятилетие [4-6], наследуемость многих количественных признаков льна после обработки семян мутагенами до настоящего времени остается недостаточно изученной. Поскольку образование дополнительных семенных коробочек на боковых побегах способствует росту урожая, получение образцов со значительным ветвлением стебля и увеличенным количеством коробочек на одном растении является актуальной задачей в селекции льна.

Целью данной работы было изучить изменчивость некоторых морфометрических характеристик растений льна в поколении M<sub>1</sub> под влиянием разных химических мутагенов.

#### ***Материалы и методы исследования***

Для изучения действия мутагенов на некоторые морфометрические характеристики использовали сорта льна масличного *Linum humile* Mill.: Айсберг – селекция Института масличных культур и Солнечный – белорусской селекции.

Триста семян каждого варианта обработки замачивали в 0,05 и 0,5 %-ных водных растворах мутагенов ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9, ДМС, ЭМС. Экспозиция обработки составляла 16 часов. Мутагены серии ДГ являются производными диметилсульфата. В наших опытах использовали некоторые из них (ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9), любезно предоставленные П.Г. Дульневим, – сотрудником Института биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины.

Диметилсульфат (ДМС), так же как и этилметансульфонат (ЭМС) относится к группе алкилирующих соединений, вызывающих присоединение алкильной группы, чаще всего метильной или этильной, к одному из азотистых оснований. Эти вещества довольно часто используют в целях мутационной селекции. Кроме алкилирующего действия, ДМС и ЭМС вызывают разрывы хромосом, что часто приводит к образованию хромосомных инверсий [7-8].

В контрольных вариантах использовали семена тех же сортов. Вместо раствора мутагена их замачивали в дистиллированной воде в течение такого же времени.

После обработки семена промывали под проточной водой в течение одного часа для уменьшения повреждающего эффекта и в тот же день высевали в почву в питомнике Института масличных культур.

В течение вегетационного периода анализировали такие морфометрические показатели как высота растений, количество боковых побегов на главном стебле, количество коробочек на одном растении, а также количество семян.

#### ***Результаты исследований и их обсуждение***

Важным критерием эффективности действия мутагенов является изменение ряда морфометрических показателей растений в первом мутантном поколении M<sub>1</sub>.

Как было установлено в результате наших исследований, использованные мутагены существенно повлияли на все изученные морфометрические признаки растений льна (табл. 1).

Например, выявлены значительные отличия по такому важному для практической селекции признаку как количество коробочек на растении. Данный признак во многом определяет общую продуктивность сорта.

В большинстве случаев (кроме варианта обработки семян сорта Солнечный мутагеном ДГ-2, концентрации 0,5 %) отмечено стимулирующее действие всех изученных мутагенов.

Таблица 1

**Изменение ряда морфометрических характеристик растений льна поколения М<sub>1</sub> в результате обработки семян химическими мутагенами, (2015 г.)**

Мутаген	Вариант обработки	Высота растения, см	Количество коробочек на растении, шт.	Количество боковых побегов на главном стебле, шт.	Количество семян на растении, шт.
<b>сорт Солнечный</b>					
Контроль	-	57,5±0,60	22,1±1,27	8,2±0,24	132,1±7,19
ДГ-2	0,5	49,9±0,58***	18,0±0,76**	6,1±0,20***	115,5±4,90
	0,05	58,9±0,49	24,1±1,12	8,4±0,22	174,2±7,95***
ДГ-6	0,5	57,1±1,46	63,5±4,89***	12,3±0,84***	491,4±38,70***
	0,05	63,1±0,63***	27,1±1,20**	8,3±0,24	206,1±8,94***
ДГ-7	0,5	52,9±0,86***	33,7±2,44***	8,6±0,39	231,2±17,29***
	0,05	60,9±0,52***	28,9±1,36***	8,4±0,24	208,6±9,51***
ДГ-9	0,5	55,3±0,71*	23,8±1,45	7,3±0,24**	165,8±10,79**
	0,05	62,7±0,66***	34,7±1,82***	9,9±0,30***	223,6±12,93***
ДМС	0,5	-	-	-	-
	0,05	55,0±0,66**	22,5±1,26	8,9±0,24*	135,5±7,61
ЭМС	0,5	51,2±0,74***	21,1±1,34	7,3±0,22**	73,1±4,83***
	0,05	60,9±0,65***	37,1±2,03***	9,2±0,29**	253,±15,939***
<b>сорт Айсберг</b>					
Контроль	-	54,9±0,42	13,3±0,83	5,1±0,22	64,9±4,24
ДГ-2	0,5	53,2±0,37**	24,7±1,15***	6,4±0,18***	156,7±8,06***
	0,05	55,9±0,44	15,4±1,60	6,2±0,26**	76,3±3,79*
ДГ-6	0,5	55,2±2,68	138,2±22,53***	16,8±0,97***	994,8±23,57***
	0,05	56,1±0,36*	13,9±0,49	5,2±0,14	57,8±2,64
ДГ-7	0,5	52,7±0,33***	45,0±3,12***	8,5±0,38***	302,7±22,5***
	0,05	57,4±0,70**	15,3±0,81	5,9±0,16**	67,9±4,38
ДГ-9	0,5	55,0±0,39	17,3±1,07**	4,1±0,21***	98,1±6,34***
	0,05	56,1±0,42*	19,8±1,27***	5,7±0,20	121,0±8,05***
ДМС	0,5	-	-	-	-
	0,05	53,5±0,54*	18,1±1,24***	6,6±0,51**	91,5±6,29***
ЭМС	0,5	53,3±0,61*	13,6±0,91	4,7±0,18	48,8±3,16**
	0,05	53,6±0,43*	19,0±1,15***	5,3±0,19	69,7±5,15

Примечание: \*, \*\*, \*\*\* - отличия от контроля статистически значимые с вероятностью 95, 99 и 99,9 % соответственно

Уменьшение значений по данному показателю практически не наблюдалось или оставалось на уровне контроля. Следует отметить, что у сорта Айсберг обработка мутагеном ДГ-6 в концентрации 0,5 % вызвала весьма значительное увеличение данного признака. Прирост по сравнению с контролем оказался весьма существенным и составил 124,9 шт.

Данный факт, однако, может быть объяснен не столько влиянием мутагена, как измененной площадью питания растений в этом варианте,

которая вследствие низкого выживания растений при обработке мутагеном ДГ-6 была существенно больше.

Значительные отличия от контроля выявлены также по признаку “количество семян на одном растении”. У сорта Солнечный большинство изученных мутагенов приводили к увеличению данного показателя, тогда как мутагены ДГ-2 и ЭМС в концентрациях 0,5 % действовали угнетающе. У сорта Айсберг все изученные мутагены оказали стимулирующее действие, кроме мутагена ЭМС в концентрации 0,5 %. При обработке мутагеном ДГ-6 в концентрации 0,5 % среднее количество семян на растение возросло очень существенно и составило у сорта Солнечный 491,4 шт., а у сорта Айсберг 994,8 шт. Как уже указывалось ранее, в данном варианте обработки выжило небольшое количество растений, что, вероятнее всего, и привело к увеличению количества семян в данном варианте.

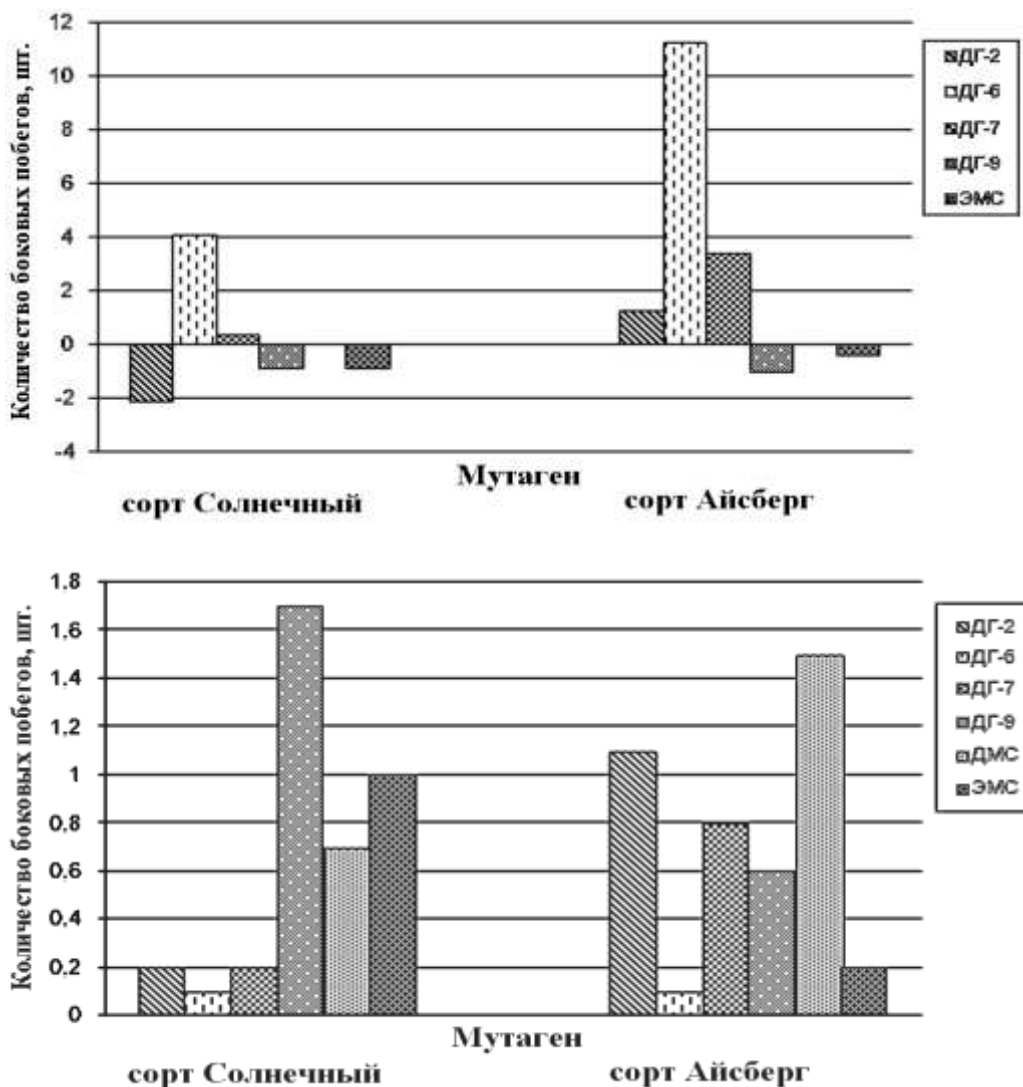


Рис 1. Отличия растений  $M_1$  по количеству боковых побегов на главном стебле от контроля при обработке мутагенами семян льна в концентрации 0,5 % (вверху) и 0,05 % (внизу).

Исследованные мутагены оказали влияние и на такой показатель как количество боковых побегов на одном растении (табл. 1). Эти изменения зависели от самого мутагена, его концентрации и от сорта льна. У сорта Солнечный отмечено стимулирующее действие мутагена ДГ-6 в концентрации 0,5 % и угнетающее действие мутагенов ДГ-2, ДГ-9 и ЭМС в концентрации 0,5 %. У сорта Айсберг отмечено аналогичное угнетающее действие мутагена ДГ-9 в концентрации 0,5 %, в то время как остальные мутагены серии ДГ оказывали стимулирующее воздействие. При обработке семян льна обоим сортам мутагенами ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9, ДМС и ЭМС в концентрации 0,05 % чаще всего наблюдали стимулирующее действие на данный признак, либо он

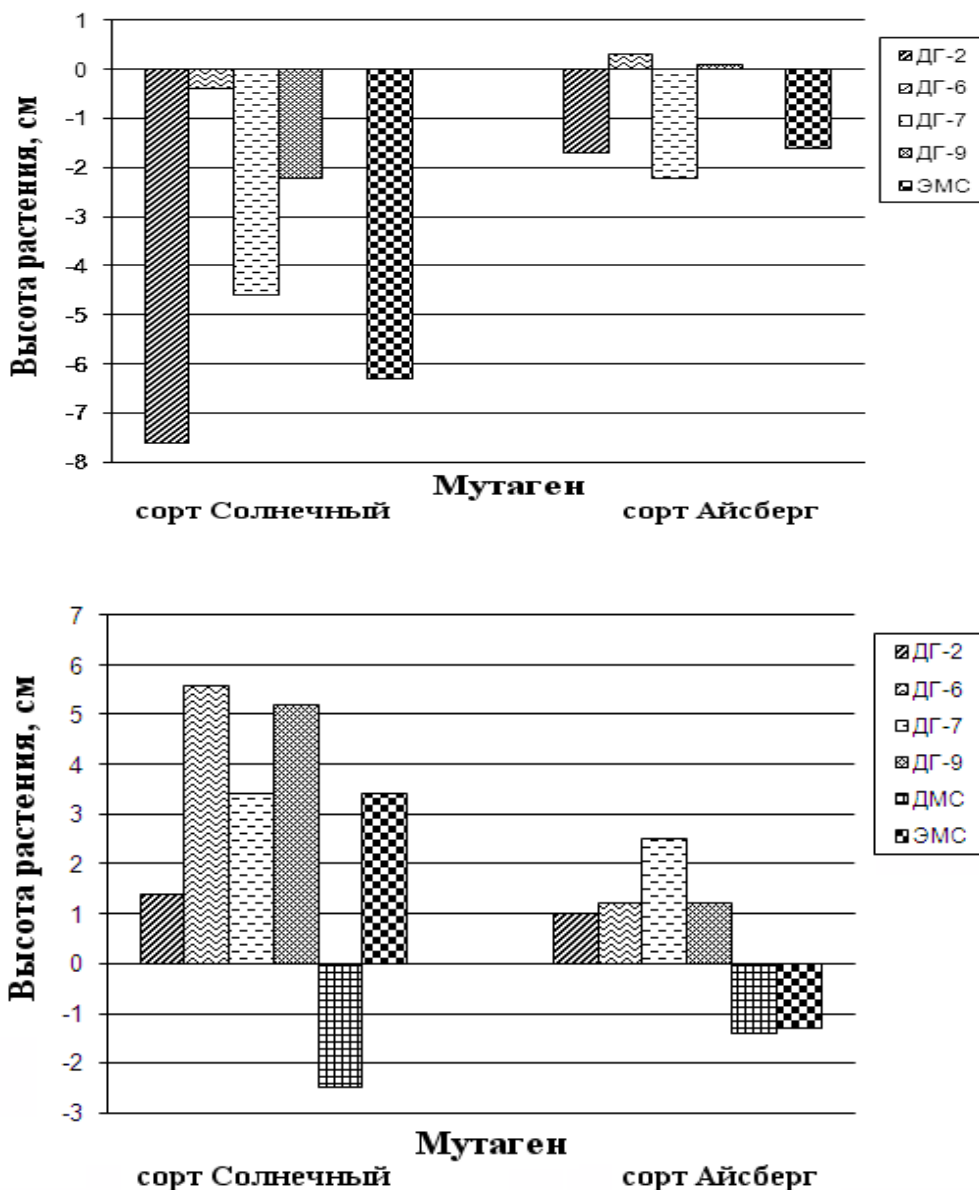


Рис 2. Отличия растений  $M_1$  по высоте растения от контроля при обработке мутагенами семян льна в концентрации 0,5 % (вверху) и 0,05 % (внизу)

оставался на уровне контроля. Более четко направление изменения данного признака при действии мутагенов можно увидеть на рис. 1, на котором показаны отличия по количеству боковых побегов от контроля.

Как видно из табл. 1 и рис. 2 у сорта Солнечный мутагены ДГ-2, ДГ-7, ДГ-9 и ЭМС в концентрации 0,5 % и мутаген ДМС в концентрации 0,05 % вызвали уменьшение высоты растения по сравнению с контрольными вариантами. У сорта Айсберг также отмечено угнетающее действие на признак “высота растения” мутагенов ДГ-2, ДГ-7 и ЭМС в концентрации 0,5 % и мутагена ДМС в концентрации 0,05 %. У сорта Солнечный и у сорта Айсберг мутагены ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9 в концентрации 0,05 % оказали стимулирующее действие, что и привело к увеличению высоты растений согласно статистических данных. Обработка семян мутагеном ЭМС в концентрации 0,05 % у Солнечный вызвала стимулирующее действие, тогда как у сорта Айсберг наблюдалось угнетающее действие, что говорит о разной реакции исследованных генотипов на мутагенное воздействие.

В целом прослеживается тенденция, что при обработке большинством мутагенов в концентрации 0,05 % наблюдается стимулирующее действие, тогда как более высокая концентрация 0,5 % действует угнетающе на признак “высота растения”.

Как видно из представленных выше данных, обработка семян льна мутагенами вызвала изменение всех изученных морфометрических характеристик в первом мутантном поколении. При этом более низкая концентрация чаще всего оказывает стимулирующий эффект, а высокая – угнетающий, хотя имеется и ряд существенных отклонений от этой тенденции. Тем не менее, судить о наследственной природе этих изменений можно будет лишь после анализа растений в более поздних поколениях.

#### **Выводы**

Мутагены ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9 и ЭМС в концентрации 0,05 % оказывают стимулирующее действие на признак “высота растений” у обоих сортов, а мутагены ДГ-2, ДГ-7 и ЭМС в концентрации 0,5 % и ДМС в концентрации 0,05 % – угнетающее.

Выявлено стимулирующее влияние всех мутагенов, кроме ДГ-2 в концентрации 0,5 %, на признак “количество коробочек на одном растении”. Мутаген ДГ-2 вызывал депрессивный эффект у сорта Солнечный.

Изменение всех изученных морфометрических характеристик в поколении  $M_1$  после обработки семян льна различными мутагенами свидетельствует о высокой возможности появления наследственных изменений в последующих поколениях.

#### **Литература**

1. Сорока А.І. Розробка біотехнологічних основ створення селекційно-цінного матеріалу олійних культур: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук: спец. 03.00.20 “Біотехнологія”/ А.І. Сорока. – Київ, 2015. – 45 с.
2. Поляков А.И. Влияние условий выращивания на продуктивность льна масличного / А.И. Поляков, В.А. Ручка, О.В. Никетенко // Зб. наук. пр. Інституту олійних культур УААН. – Запоріжжя, 2005.– С. 179-183.
3. Лях В.А. Ботанические и цитогенетические особенности видов рода *Linum* и биотехнологические пути работы с ним / В.А. Лях, А.И. Сорока. – Запорожье : ЗНУ, 2008. – 170 с.

4. Лагрон В.А. Изучение действия этилметансульфоната на лен масличный в  $M_1$  // Зб. наук. пр. Інституту олійних культур УААН. – Запоріжжя, 2003. – С. 31-37.

5. Лях В.А. Индуцированный мутагенез масличных культур: монография / Лях В.А., Полякова И.А., Сорока А.И. – Запорожье: ЗНУ, 2009. – 266 с.

6. Полякова І.О. Спадкова мінливість у льону олійного індукованого гамма-променями: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біолог. наук : спец. 03.00.15 “Генетика” / І.О. Полякова. – К., 2003. – 12 с.

7. Арефьев В.А. Англо-русский толковый словарь генетических терминов / В.А. Арефьев, Л.А. Лисовенко. – М.: ВНИРО, 1995. – 407с.

8. Тейлор Д. Биология: в 3 т. / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаун. – М.: МИР, 2004. – Т. 3. – 451 с.

### **МІНЛИВІСТЬ РЯДУ МОРФОМЕТРИЧНИХ ОЗНАК У *LINUM HUMILE* MILL. ПІД ДІЄЮ ХІМІЧНИХ МУТАГЕНІВ В ПОКОЛІННІ $M_1$**

**А.В. Тігова, А.І. Сорока**

*Інститут олійних культур НААН*

В результаті проведених досліджень встановлено вплив деяких хімічних мутагенів на ряд морфометричних ознак *Linum humile* Mill. у сортів Айсберг і Сонячний в поколінні  $M_1$ . Виявлена залежність зміни вивчених морфометричних ознак «висота рослини», «кількість коробочок на рослині», «кількість бокових пагонів» та «кількість насіння на рослині» від природи хімічного мутагену і його концентрації, а також генотипу. Встановлено загальний характер впливу мутагенів на процеси росту і розвитку рослин льону, який супроводжувався стимулюючим або депресивним ефектом.

**Ключові слова:** льон, мутагенез, покоління  $M_1$ , хімічний мутаген, диметилсульфат, морфометрична ознака.

### **VARIATION OF SOME MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS IN *LINUM HUMILE* MILL. UNDER THE ACTION OF CHEMICAL MUTAGENES IN $M_1$ GENERATION**

**A.V. Tigova, A.I. Soroka**

*Institute of Oilseed Crops NAAS*

Flax is a valuable technical crop of multiple usage. Due to the extensive use of flax there exists a constant great demand for varieties of this crop with new, improved characteristics. To develop the necessary genetic samples with certain economically valuable traits a breeder needs novel genetic sources. One of the ways to generate a genetic stature with some novel features is a method of chemical mutagenesis. The use of chemical mutagenesis allows to increase the frequency and expand the range of mutations and in a shortened time create a valuable raw material with a variety of morphological and physiological characteristics or original biochemical parameters.

The aim of this work was to study the variability of different morphometric characteristics of the flax plants in the M<sub>1</sub> generation under the influence of some chemical mutagens.

To study the mutagenic effects on some morphometric characteristics of the linseed varieties there were used two varieties of *Linum humile* Mill., originating from the Institute of Oilseed Crops – Iceberg and Solnechny. Three hundred seeds per each treatment were soaked into 0.05 and 0.5 % aqueous solutions of the following mutagens: DG-2, DG-6, DG-7, DG-9, DMS, and EMS with the exposure of 16 hours. Mutagens of DG series are derivatives of dimethyl sulfate. Dimethyl sulphate (DMS), as well as ethyl methanesulfonate (EMS) belong to the group of alkylating compounds causing attachment of the alkyl group, usually methyl or ethyl, to one of the nitrogenous bases. These substances are often used for the purpose of mutation breeding. Furthermore, alkylating action of DMS and EMS causes chromosome breakage, often resulting in the formation of chromosomal inversions.

During the growing period, such morphometric traits as plant height, number of lateral shoots on the main stem, number of pods per plant and number of seeds per plant were analyzed. As it was established in this investigation the used mutagens significantly influenced all the studied morphometric characteristics of flax plants.

For example, there were revealed significant differences for such important in practical breeding trait as the number of bolls per plant. This trait largely determines the overall productivity of the variety. In most cases (except for seed treatment of Solnechny variety with the DG-2 mutagen at the concentration of 0.5%) we observed stimulatory effect of the studied mutagens on this trait.

Such trait as "the height of the plants" was stimulated after the treatment with mutagens DG-6, DG-7, DG-9 and EMS at the concentration of 0.05%, and inhibited after the treatment with DG-2, DG-7 and EMC mutagens at the concentration of 0.5%, and DMS at the concentration of 0.05% for both varieties – Iceberg and Solnechny.

The change for such traits as "the number of lateral shoots on the main stem" and "the number of seeds per plant" was dependent on the mutagen, the concentration used, and the genotype of the flax variety.

Summarizing, treatment of flax seeds with the studied mutagens causes the changes in all the analyzed morphometric characteristics of the first mutant generation. As a rule lower concentration most often had a stimulating effect, and higher concentration – inhibitory, although there was found a number of significant deviations from this general trend. In any case, however, one can estimate the nature of those modifications only after analysis of plant population in the following generations.

**Key words:** flax, mutagenesis, M<sub>1</sub> generation, dimethyl sulphate, chemical mutagen, morphometric character.

Рецензент: В.А. Лях, доктор биол. наук, професор, зав. кафедри садово-паркового господарства і генетики рослин Запорозького національного університета.