

УДК: 582.998.2:633.853.478:581.154

## ДИФФЕРЕНЦІАЦІЯ ЛІНІЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА І ЇХ МУТАНТІВ ПО УСТОЙЧИВОСТІ К ХЛОРИДНОМУ ЗАСОЛЕННЮ

Лях В.А., д.б.н., професор, Бородин Б.Ю., магістр

*Запорожский национальный университет, Украина, 69600, г. Запорожье, ул. Жуковского, 66*

[lyakh@iname.com](mailto:lyakh@iname.com)

Изучена изменчивость признаков надземной и подземной частей проростков в условиях засоления по сравнению с нормой в лабораторном и вегетационном эксперименте у двух линий запорожской селекции ЗЛ102 и ЗЛ169 и их мутантных аналогов. В вегетационном эксперименте установлено, что хлорофилл-дефицитные мутанты линии ЗЛ102, относящиеся к типам *viridis* и *virescent*, в незначительной степени снижали длину гипокотыля на фоне засоления, в отличие от исходной линии, которая в данных условиях формировала гипокотыли более чем в два раза меньшие по длине чем в контроле. Мутантная линия «карлик», являющаяся аналогом линии ЗЛ169, также оказалась менее чувствительной к засолению, чем их исходный образец, на что указывает степень изменений таких показателей проростков как длина гипокотыля и корня.

*Ключевые слова:* подсолнечник, мутантная линия, засоление, проросток, лабораторный и вегетационный эксперимент

## ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ЛІНІЙ СОНЯШНИКУ І ЇХ МУТАНТІВ ПО СТІЙКОСТІ ДО ХЛОРИДНОГО ЗАСОЛЕННЯ

Лях В.О., Бородин Б.Ю.

*Запорізький національний університет, Україна, 69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66*

Вивчено мінливість ознак надземної і підземної частин проростків в умовах засолення в порівнянні з нормою в лабораторному і вегетаційному експерименті у двох ліній запорізької селекції ЗЛ102 і ЗЛ169 і їх мутантних аналогів. У вегетаційному експерименті встановлено, що хлорофіл-дефіцитні мутанти лінії ЗЛ102, що відносяться до типів *viridis* і *virescent*, незначною мірою знижували довжину гіпокотыля на тлі засолення, на відміну від вихідної лінії, яка в даних умовах формувала гіпокотылі більш ніж в два рази менші за довжиною ніж у контролі. Мутантна лінія «карлик», що є аналогом лінії ЗЛ169, також виявилася менш чутливою до засолення, ніж їх вихідний зразок, на що вказує ступінь змін таких показників проростків як довжина гіпокотыля і кореня.

*Ключові слова:* соняшник, мутантна лінія, засолення, проросток, лабораторний та вегетаційний експеримент

## DIFFERENTIATION OF SUNFLOWER LINES AND THEIR MUTANTS FOR RESISTANCE TO CHLORIDE SALINATION

Lyakh V.A., Borodin B.Y.

*Zaporizhzhya national university, Ukraine, 69600, Zaporizhzhya, Zhukovskogo Street, 66.*

Salinization is a serious agricultural problem. Abiotic stresses, caused by the influence of mineral salts on a large proportion of arable lands, take up the second place after a stress impact of moisture lack. Among the cultivated plants the halophytes are absent and the majority of important agricultural crops are sensitive to salinity. However, among them there are species and varieties with relative resistant to the adverse effects of toxic ions.

For informative characteristics of plant salt tolerance is advisable to use the laboratory methods of assessment, which allow in a relatively short time on small laboratory space to reveal samples that are resistant to adverse effects.

The aim of this study was to evaluate the different samples of sunflower for resistance to chloride salinity in model-based conditions. For this has been tasked to study the variability of some traits of seedlings under saline conditions as compared with norm in the laboratory and greenhouse experiments. As the material of the study two lines of sunflower (ZL102 and ZL169) were used, which are the parental components of a number of Zaporozhye breeding hybrids, and their mutants resulting from the treatment of mature and immature seeds with a chemical mutagen.

To study the reaction of sunflower lines to NaCl salinity the laboratory and greenhouse experiments were conducted. Under laboratory conditions, the seeds of each line were germinated in duplicate in the water (control) and in 0.1% and 0.5% solutions of NaCl. After 7 days, the length of hypocotyl and primary root were measured. In a pot experiment, the seeds of each line were sown in duplicate in the sand with addition of 1 gram of NaCl per kilogram of sand (experience). As the control the variant without NaCl addition in the sand was used. In 2 weeks after planting in the control and five weeks after planting in experiment the length and root of hypocotyl were analyzed, and the number of roots of the first order was counted.

In the control after two weeks of cultivation in the sand without NaCl adding, the initial ZL102 line and its three mutants formed sufficiently long hypocotyls that varied from 71 to 87 mm. The differences on this trait were only observed between the viridis and viridis + mutation of coloring ray florets lines. Along the length of the root the viridis mutant line was close to the initial line, but both were much worse than the other two genotypes. As for the number of roots, the virescent and viridis lines did not differ from control, whereas the viridis + light yellow color of ray flowers line was characterized by a much greater expression of this trait.

After a five-week growing in the sand with the addition of NaCl, the initial ZL102 line and its mutants have formed different in length hypocotyls. This index ranged from 33.3 mm in ZL102 line to 61,5-71,5 mm in mutants. Under these conditions, root length varied from 29.7 mm in ZL102 line to 41.8 mm in virescent mutant. As regards to the number of roots, four studied genotype did not differ. The different reaction of ZL102 line and its mutants to chloride salinity was found. So the initial line under salinization formed the hypocotyls more than two times smaller in length than in control. In turn, the viridis and virescent lines the reducing this index under salinization did not reveal, and the viridis line, combining chlorophyll deficiency with mutation of coloring ray florets, was characterized by only 30% decrease in the length of hypocotyl.

It is shown that under saline conditions the "dwarf" mutant line, which is an analog of ZL169 line, was characterized by significantly better growth of aboveground and underground parts of seedling compared with the original line.

The degree of change of seedling traits in chlorophyll-deficient mutants and "dwarf" mutant under saline conditions in comparison with the norm indicates that they have smaller sensitivity to the presence of NaCl in the soil than the original lines, and requires the involvement of mutant genotypes in the breeding process when salt-tolerant varieties and hybrids of sunflower are created.

*Key words: sunflower, mutant line, seedling, salification, laboratory and vegetation experiment*

## ВВЕДЕНИЕ

Засоление почв – весьма серьезная сельскохозяйственная проблема. Абиотические стрессы, вызываемые влиянием минеральных солей на значительную часть пахотных земель, занимают второе место после стрессового влияния недостатка влаги. Такие стрессы могут возникать в форме недостатка или избытка конкретного минерального элемента, или в виде накопления избыточного количества растворимых солей в корневой зоне. Особенно остро эта проблема стоит в сухих и жарких регионах, где к первичному засолению, то есть естественному накоплению солей в почве, добавляется вторичное засоление, вызванное искусственным орошением [1].

Для большинства культур избыток соли – это стресс-фактор, на который они реагируют снижением урожайности [2]. Даже при слабом засолении потери урожайности достигают 20%, на сильно засоленных землях они составляют 70-80%. Основная природная черта, определяющая вторичное засоление почв в районах орошаемого земледелия с аридным климатом, – это неудовлетворительная естественная дренированность, создающая такой режим грунтовых вод, при котором испарение является главным фактором их расхода и перемещения водорастворимых солей в верхние почвенные горизонты. Поэтому одной из самых острых проблем современности является деградация почв.

Известно, что 25 % площади поверхности Земли подвержено засолению, что наносит огромный ущерб сельскому хозяйству. При этом, общая площадь солонцовых почв в Украине составляет 3403,4 тыс. га, из них пахотных – 2148,4 тыс. га. В общей площади

земель України солонцовые почвы занимают 7,7%, из которых пахотные солонцовые почвы – 6,8 % [3].

Среди возделываемых растений нет галофитов и большинство важнейших сельскохозяйственных культур чувствительны к действию засоления [4]. Однако среди них выделяются виды и сорта, обладающие относительной устойчивостью к неблагоприятному воздействию токсичных ионов. Представляется важным использовать более устойчивые к засолению сельскохозяйственные культуры в областях с повышенной засоленностью почв. До сих пор нет ясности в вопросе, когда можно обнаружить видимые различия в реакции чувствительных и устойчивых к засолению видов. Одни считают, что такие различия можно уловить только через месяц роста растений в условиях засоления, другие полагают, что это различие становится заметным гораздо раньше [5].

Bernstein (1965) классифицирует воздействие соли на растение следующим образом [6]:

- токсический (или ионный) стресс, вызывается поступлением в растение больших количеств ионов  $\text{Na}^+$  или  $\text{Cl}^-$ ;
- осмотический стресс, является результатом увеличения внешнего осмотического потенциала);
- метаболический стресс, связанный в основном с замещением ионов  $\text{K}^+$  ( $\text{Ca}^{++}$  и  $\text{Mg}^{++}$ ) на ионы  $\text{Na}^+$ .

Для диагностики степени солеустойчивости растений разработан ряд методов: микроскопический, определение всхожести семян, учет скорости появления солевых ожогов у срезанных растений и др. Солеустойчивость растений повышается при замачивании семян в растворе микроэлементов, обработке гиббереллином – препарат увеличивает общую и рабочую поглощающую поверхность корней, что способствует поддержанию должного водного статуса клеток. На повышение устойчивости к хлоридному засолению положительное влияние оказывает предпосевная обработка семян парааминобензойной кислотой [7].

Для получения информативных характеристик по солеустойчивости целесообразно применение лабораторных методов оценки, позволяющих в сравнительно короткие сроки на небольших лабораторных площадях с использованием провокационных фонов выявить формы, устойчивые к неблагоприятным воздействиям.

Целью данного исследования была оценка различных образцов подсолнечника по устойчивости к хлоридному засолению в моделируемых условиях. Для этого была поставлена задача изучить изменчивость признаков надземной и подземной частей проростков в условиях засоления по сравнению с нормой в лабораторном и вегетационном эксперименте.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом исследования служили 2 линии подсолнечника ЗЛ102 и ЗЛ169, которые являются родительскими компонентами ряда гибридов запорожской селекции, и их мутанты, полученные в результате обработки зрелых и незрелых семян химическим мутагеном этилметансульфонат [8]. [Helia 2005].

Мутанты линии ЗЛ102 характеризовались изменением окраски вегетативных частей растения. При этом мутации хлорофилльной недостаточности относили к разным типам. Линия *viridis* I от начала и до конца вегетации имела светло - зеленые листья в отличие от зеленых у линии ЗЛ102. Растения мутантного образца *virescent* в первые недели своего развития характеризовались ярко-желтыми верхними листьями. В дальнейшем, растения

почти возвращали нормальную зеленую окраску, хотя и несли на себе достаточно существенные признаки угнетенности. Линия *viridis* II очередь была отобрана по признаку светло-желтого цвета язычковых цветков. Однако кроме этого мутация затронула и окраску вегетативной сферы, добавив растениям более светлый, чем у исходной формы цвет листьев.

Мутант "карлик" был получен в результате обработки химическим мутагеном этилметансульфонатом незрелых семян линии ЗЛ169 и характеризовался не только низкорослостью, но и наличием бахромы по краю листовой пластинки [9].

Для изучения реакции линий подсолнечника на засоление NaCl был заложен лабораторный и вегетационный эксперимент. В лабораторных условиях семена каждой линии в двух повторностях по 20 штук в каждой проращивали на воде (контроль) и в 0,1% и 0,5%-ных растворах NaCl. Через 7 дней измеряли длину гипокотыля и первичного корешка. В вегетационном эксперименте семена каждой линии в двух повторностях по 20 штук в каждой высевали в песок, в который на каждый килограмм добавляли по 1 грамм NaCl (опыт). Контролем служил вариант, в котором NaCl в песок не добавляли. Через 2 недели после посева в контроле и через пять недель после посева в опыте анализировали длину гипокотыля и корня, а также подсчитывали количество корешков первого порядка.

Полученные данные обрабатывали статистически. Для выявления различий использовали критерий t-Стьюдента и однофакторный дисперсионный анализ [10].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В таблицах 1 и 2 представлены данные лабораторного эксперимента о влиянии NaCl в двух концентрациях на характеристики проростков двух линий запорожской селекции и их мутантов. Линия ЗЛ102 как в условиях 0,1 % , так и 0,5% засоления не изменяла анализируемых показателей проростков. Даже в случае проращивания семян в 0,5%-ном растворе соли уменьшение длины гипокотыля и корня было незначительным. Сходно вели себя и линии *viridis* II и *virescent*. Более того, 1%-ная концентрация соли у них оказывала стимулирующее действие. Так, у линии *virescent* в данном опытном варианте в 1,5 раз увеличилась длина гипокотыля и более чем в два раза длина корня. Линия *viridis* I вела себя аналогично исходной линии, однако на 0,5%-ном засолении рост гипокотыля и корня у нее резко тормозился (табл. 1).

Таблица 1

Влияние NaCl на характеристики проростков линии ЗЛ 102 и ее мутантов в лабораторном эксперименте

Генотип	Контроль		NaCl 0,1 %		NaCl 0,5%	
	длина гипокотыля, мм	длина корня, мм	длина гипокотыля, мм	длина корня, мм	длина гипокотыля, мм	длина корня, мм
ЗЛ 102	12,8±1,5	16,3±2,6	17,3±2,5	23,8±5,1	9,4±1,7	10,5±2,3
<i>viridis</i> I	17,3±3,1	17,1±5	18,7±3,9	20,3±4,8	1,5±0,5***	0,5±0,5**
<i>viridis</i> II	21,3±6,1	20,6±7	36,9±6,9	48,4±9,3*	25,4±4,5	37,6±8
<i>virescent</i>	24,6±1,9	35,2±3,8	35,1±2,2**	56±4,9**	26,5±1,6	35,8±3,7

Прим.: \*, \*\*, \*\*\* - отличия от контроля существенны при 5 % и 1 % и 0,1%-ном уровнях значимости соответственно.

Линия ЗЛ169 в отличие от мутанта карлик оказалась весьма чувствительной к засолению. Как на фоне 0,5%, так 0,1%-ного засоления она формировала гипокотиль корень значительно меньшей длины, чем в контроле. Вместе с тем, мутантная линия карлик в аналогичных условиях не изменяла показатели длины проростка и корня, что указывает на ее большую солеустойчивость по сравнению с исходной линией (табл. 2).

Таблица 2

Влияние NaCl на характеристики проростков линии ЗЛ 169 и ее мутанта в лабораторном эксперименте

Генотип	Контроль		NaCl 0,1 %		NaCl 0,5%	
	длина гипокотиля, мм	длина корня, мм	длина гипокотиля, мм	длина корня, мм	длина гипокотиля, мм	длина корня, мм
ЗЛ 169	31±2,1	34,5±2,3	18,4±1,5***	29±2,1	12,3±0,9***	26,2±1,8*
карлик	11,6±3,2	19,3±7,5	12,2±2,0	13,1±2,7	11±1,6	14,3±2,7

Прим.: \*,\*\*\* - отличия от контроля существенны при 5 % и 0,1%-ном уровнях значимости соответственно.

Как видно из таблицы 3, в контроле через две недели культивирования в песке без добавления NaCl исходная линия ЗЛ102 и три ее мутанта сформировали достаточно длинные гипокотили — от 71 до 87 мм. Различия по этому признаку наблюдались лишь между линиями *viridis* и *viridis* в сочетании с мутацией окраски язычковых цветков. По длине корня мутантная линия *viridis* была близка к исходной, но обе значительно уступали двум другим генотипам. Что касается количества корешков, то линии *viridis* и *virescent* не отличались от контроля, тогда как линия *viridis* + светло-желтая окраска язычковых цветков характеризовалась значительно большей выраженностью этого признака.

Таблица 3

Влияние NaCl на характеристики проростков линии подсолнечника ЗЛ102 и ее хлорофилльных мутантов в вегетационном эксперименте

Линия	Контроль			NaCl 0,1 %		
	длина гипокотиля, мм	длина корня, мм	кол-во корешков, шт.	длина гипокотиля, мм	длина корня, мм	кол-во корешков, шт.
ЗЛ 102	78±5,1	28±2,8	18±1,3	33,3±1,4***	29,7±2,2	11,9±1,2
<i>viridis</i> I	76±4,5	25±2,2	15±1	71,5±2,2	32,8±1,3	14,7±1,0
<i>viridis</i> II	87±3,7	41±3,5	22±1,3	61,5±2,8	33,5±2,3	11,7±1,2
<i>virescent</i>	71±2,9	38,2±3,3	16±0,9	65,8±2,8	41,8±3,1	12,7±0,9
HCP <sub>05</sub>	30,3	18,77	4,99	22,81	22,11	3,89

Прим.: \*, \*\*,\*\*\* – отличия от контроля существенны при 5%, 1% и 0,1% уровнях значимости соответственно.

Как следует из таблицы 4, на фоне засоления проростки мутантной линии карлик имели более длинные гипокотили и корни, чем в контроле. Исходная линия ЗЛ169 в тех же условиях формировала на треть менее длинные гипокотили и такие же по длине корни.

Таблица 4

Влияние NaCl на характеристики проростков линии подсолнечника ЗЛ169 и ее мутанта “карлик” в вегетационном эксперименте

Линия	Контроль			NaCl 0,1 %		
	длина гипокотилия, мм	длина корня, мм	кол-во корешков, шт.	длина гипокотилия, мм	длина корня, мм	кол-во корешков, шт.
ЗЛ 169	93±2,9	35±2,7	18±1	62,5±9,5	35,0±5,0	13,0±3,0
карлик	41±2,2	23±3	17±1,5	55,6±2,3	34,3±2,1	10,6±1,1
НСР <sub>05</sub>	31,78	10,8		50,84	12,71	

Прим.: \*, \*\*, \*\*\* – отличия от контроля существенны при 5%, 1% и 0,1% уровнях значимости уровнях значимости соответственно.

После пятинедельного культивирования в песке с добавлением NaCl исходная линия ЗЛ102 и ее мутанты сформировали разные по длине гипокотили. Этот показатель варьировал от 33,3 мм у линии ЗЛ102 до 61,5-71,5 мм у мутантов. В данных условиях длина корня изменялась от 29,7 мм у линии ЗЛ102 до 41,8 мм у мутанта virescent. По количеству корешков четыре исследуемых генотипа не различались.

Данные, представленные на рисунке 1, свидетельствуют о различной реакции линии ЗЛ102 и ее мутантов на хлоридное засоление. Так исходная линия на фоне засоления сформировала гипокотили более чем в два раза меньшие по длине чем в контроле. В свою очередь, линии viridis и virescent снижения этого показателя на фоне засоления не выявили, а линия viridis, сочетающая хлорофилльную недостаточность с мутацией окраски язычковых цветков, характеризовалась уменьшением длины гипокотилия лишь на 30%.

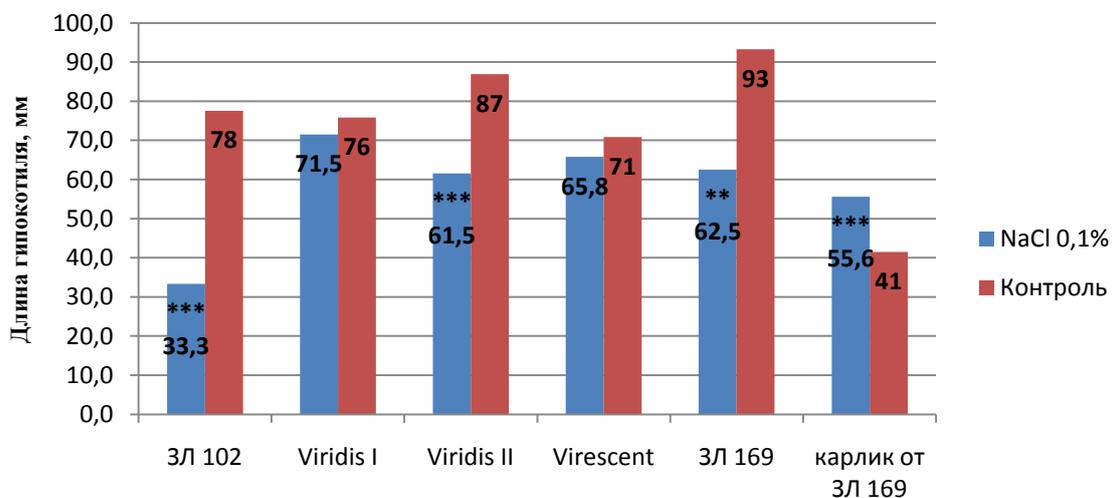


Рис. 1. Изменение длины гипокотилия на фоне засоления у линий ЗЛ102 и ЗЛ169 и их мутантных аналогов.

Аналізуючи довжину корня, який утворили проростки в контролі (через 2 тижні культивування) і в досвіді (5 тижнів на фоні засолення), видно, що вона практично не відрізнялася у мутантів *viridis* + світло-жовта окраска язичкових цвіток і *virescent*, також як і у їх вихідної лінії ЗЛ102. В той же час проростки мутанта *viridis* в умовах засолення сформували більш довгі корні ніж в контролі. Останній генотип відрізнявся від решти і при аналізі кількості корешків першого порядку. Якщо у нього як на фоні засолення, так і без нього за даним показником не відрізнялися, то у мутантів *viridis* + світло-жовта окраска язичкових цвіток і *virescent* солевий вплив різко знижувало їх здатність до коренотворення. Така ж реакція була характерною і для вихідної лінії ЗЛ102 (рис. 2,3).

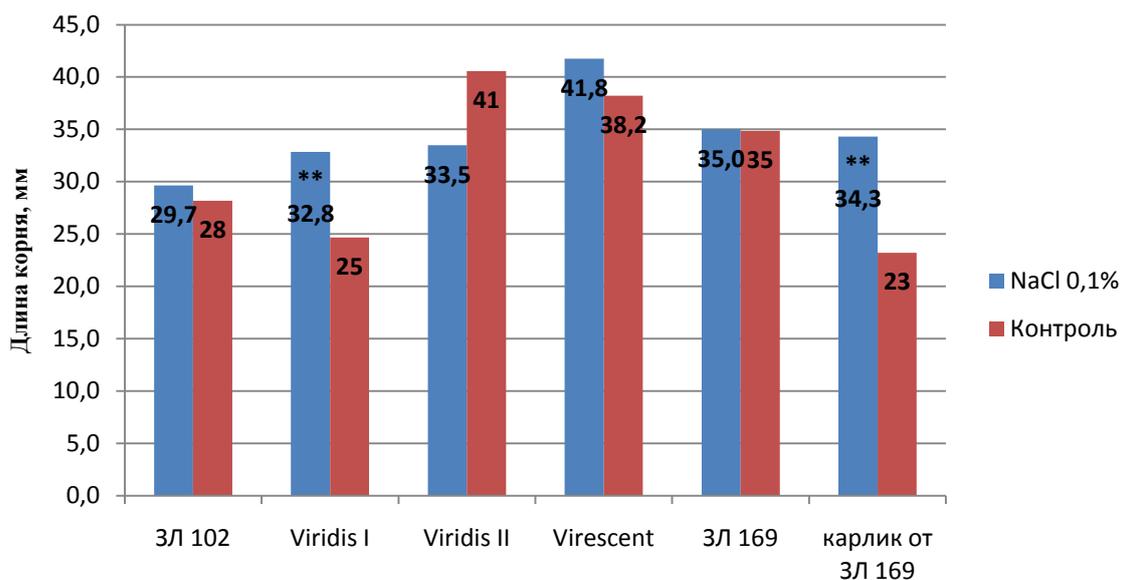


Рис. 2. Зміна довжини корешка проростка на фоні засолення у ліній ЗЛ102 і ЗЛ169 і їх мутантних аналогів.

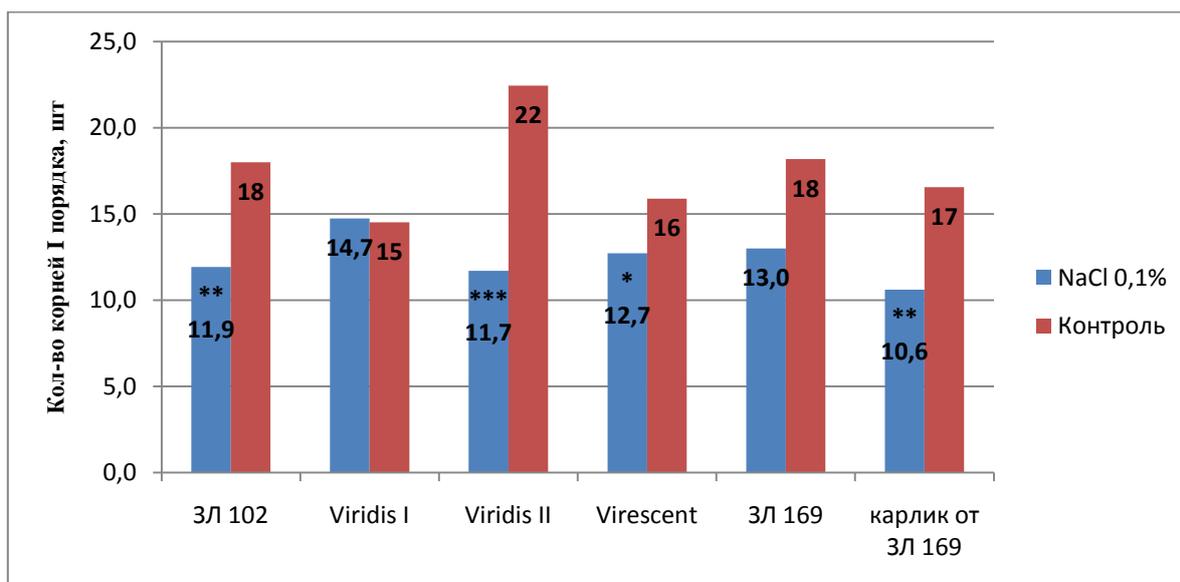


Рис. 3. Зміна кількості корешків першого порядку проростків на фоні засолення у ліній ЗЛ102 і ЗЛ169 і їх мутантних аналогів.

Таким образом, все хлорофилл-дефицитные мутанты линии ЗЛ102, среди которых особенно выделялась линия *viridis*, и мутант линии ЗЛ169 оказались менее чувствительными к засолению, чем их исходные образцы. На это указывает степень изменений таких показателей проростков как длина гипокотыля и корня, а также количество корней первого порядка в условиях засоления в сравнении с контролем.

### ВЫВОДЫ

1. В вегетационном эксперименте при культивировании на песке установлено, что на фоне засоления в сравнении с нормой хлорофилл-дефицитные мутанты типа *viridis* и *virescent*, полученные в результате индуцированного мутагенеза на базе линии ЗЛ102, не снижали или в значительно меньшей степени, чем исходная линия, уменьшали длину гипокотыля проростка.
2. Показано, что в условиях засоления мутантная линия «карлик», являющаяся аналогом линии ЗЛ169, характеризовалась значительно лучшим, по сравнению с исходным образцом, ростом надземной и подземной частей проростка.
3. Степень изменения признаков проростков хлорофилл-дефицитных мутантов и мутанта «карлик» в условиях засоления в сравнении с нормой указывает на их меньшую, чем исходные линии, чувствительность к присутствию NaCl в грунте и предполагает вовлечение мутантных генотипов в селекционный процесс при создании солеустойчивых сортов и гибридов подсолнечника.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Singh, B.D., 2000. Plant Breeding-Principles and Methods. Kalyani Publishers. Ludhiana, New Delhi, Noida, India. pp. 1-896.
2. Баранова, Е.Н. Проблемы и перспективы генно-инженерного подхода в решении вопросов устойчивости растений к засолению / Е.Н. Баранова, А.А. Гулевич // Сельскохозяйственная биология. – 2006. – 1. – С. 39-52.
3. Новикова А.В. Исследования засоленных и солонцовых почв / А. В. Новикова. – Х. : Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского, 2009. – 743 с.
4. Балконин Ю.В. Значение солевого обмена в солеустойчивости растений / Ю.В. Балконин, Б.П. Строганов // Проблемы солеустойчивости растений, – [под ред. акад. ВАСХНИЛ Имамалиева А. И.] – Ташкент: изд-во «ФАН» Узбекской ССР – 1989. – С. 45-64.
5. Neumann P. Salinity resistance and plant growth revisited // Plant Cell Environ. – 1997. – V. 20. – P.1193-1198.
6. Bernstein L. Salt tolerance of plants // Agric.Inf. Bull. – 1965. – N.283, USDA.
7. Емельянов, А.Г. Водообмен и стрессоустойчивость растений / А.Г. Емельянов, С.А. Алкуд. – Минск: Наука и техника, 1992. – 143 с.
8. Lyakh V., Soroka A., Vasin V. Influence of mature and immature sunflower seed treatment with ethylmethanesulphonate on mutation spectrum and frequency // Helia, 2005. – V.28. – N 43. – P.87-98.
9. Лях В.А. Индуцированный мутагенез масличных культур / В.А. Лях, И.А.Полякова, А.И. Сорока. – Запорожье: Запорожский национальный университет, 2009. – 266 с.
10. Лакин Ф.Ф. Биометрия: [учебное пособие для биологических специальностей вузов] / Ф. Ф Лакин. – Москва: Высшая школа, 1990. – 352 с.

## REFERENCES

1. Singh, B.D., 2000. Plant Breeding-Principles and Methods. Kalyani Publishers. Ludhiana, New Delhi, Noida, India. pp. 1-896.
2. Baranova, E.N. Problemy u perspektivy henno-ynzhenernoho podkhoda v reshenyу voprosov ustoichyvosty rastenyi k zasoleniyu / E.N. Baranova, A.A. Hulevych // Selskokhoziaistvennaia byolohyia. – 2006. – 1. – S. 39-52.
3. Novykova A.V. Yssledovaniya zasolennykh y solontsovykh pochv / A. V. Novykova. – Kh. : Ynstytut pochvovedeniya y ahrokhymyу ymeny A.N. Sokolovskoho, 2009. – 743 s.
4. Balkonyn Yu.V. Znachenye solevoho obmena v soleustoichyvosty rastenyi / Yu.V. Balkonyn, B.P. Strohanov // Problemy soleustoichyvosty rastenyi, – [pod red. akad. VASKhNYL Ymamalyeva A. Y.] – Tashkent: yzd-vo «FAN» Uzbekskoi SSR – 1989. – S. 45-64.
5. Neumann P. Salinity resistance and plant growth revisited // Plant Cell Environ. – 1997. – V. 20. – P.1193-1198.
6. Bernstein L. Salt tolerance of plants // Agric.Inf. Bull. – 1965. – N.283, USDA.
7. Emelianov, A.H. Vodoobmen y stressoustoichyvost rastenyi /A.H. Emelianov, S.A. Alkud. – Mynsk: Nauka y tekhnika, 1992. – 143 s.
8. Lyakh V., Soroka A., Vasin V. Influence of mature and immature sunflower seed treatment with ethylmethanesulphonate on mutation spectrum and frequency // Helia, 2005. – V.28. – N 43. – P.87-98.
9. Liakh V.A. Yndutsyrovannyy mutahenez maslychnykh kultur / V.A. Liakh, Y.A.Poliakova, A.Y. Soroka. – Zaporozhe: Zaporozhskiy natsyonalnyy unyversytet, 2009. – 266 s.
10. Lakyn F.F. Vyometryia: [uchebnoe posobye dlia byolohycheskykh spetsyalnostei vuzov] / F. F Lakyn. – Moskva: Vysshiaia shkola, 1990. – 352 s.

Рецензенты: Сорока А. И., зав. сектором биотехнологии Института Масличных Культур НААН Украины.

Дубовая Е. В., к.б.н., доцент кафедры садово-паркового хозяйства и генетики растений ЗНУ.