

УДК 633.18:581.1.051

К. А. ШАРГОРОДСКАЯ, лабор.,

С. А. ИГНАТОВА, д-р биол. наук, зав. лаб., СГІ–НЦНС, Одесса,

Д. В. ШПАК, канд. с.-х. наук, зав. отд., Ин-т риса НААН, Херсонская обл.

e-mail: biophyta@mail.ru

## ОЦЕНКА СОЛЕТОЛЕРАНТНОСТИ ПРОРОСТКОВ РИСА В КУЛЬТУРЕ IN VITRO

*Рассматриваются исследования по определению солетолерантности у сортов и гибридов риса. Выявлены различия у изученного материала по указанному признаку.*

Ключевые слова: *рис, солеустойчивость.*

**Введение.** Высокая биологическая продуктивность риса и качество его зерна указывают на позитивную роль селекции в развитии данной культуры. Разработаны параметры моделей сортов интенсивного типа, растения которых способны были усваивать повышенные дозы азота, обладать устойчивостью к полеганию, осыпанию, поражению вредителями и фитопатогенами и образовывать зерновку с высоким выходом крупы. В селекции риса уделяется особое внимание созданию растений нового типа, характеризующихся короткой и мощной соломиной, укороченными и прямостоящими листьями, стабильной урожайностью зерна, синхронностью его созревания и однородностью, величиной зерна и его технологическими качествами [1].

Одно из основных направлений селекции риса в Украине — создание раннеспелых высокопродуктивных сортов, устойчивых к засоленным почвам [2, 3]. Исследованиями последних лет установлено, что по солеустойчивости рис уступает многим культурам, в том числе пшенице. Засоление, особенно хлоридное, тормозит все ростовые процессы риса и отрицательно влияет на развитие его вегетативных и генеративных органов [1].

Первым этапом в создании солеустойчивых форм является выделение исходных, элитных по указанному признаку растений. Следующий этап селекции — гибридизация устойчивых к солям форм с продуктивными, обладающими ценными хозяйственными признаками.

Площади засоленных почв имеют тенденцию к постоянному и существенному увеличению в результате вторичного засоления, которое интенсивно наблюдается при орошении и расширяется в дальнейшем [4]. Г. В. Удовенко [5] исследовано на солеустойчивость 23 культуры, среди которых рис занимает восьмое место, уступая пшенице, ячменю и пяти видам кормовых трав. Имеются данные, что рожь и овес также превос-

ходят рис по этому признаку [6]. Сравнительно высокая солеустойчивость этой культуры может быть объяснена отсутствием фона адаптации и выживания при вымывании солей из почвы.

Учёными Международного института риса [7] выявлен аддитивный и доминантный эффект генов солеустойчивости. Длина побегов, содержание кальция и натрия в их сухой массе и корнях показывают значительный аддитивный эффект с высокой степенью наследуемости. Селекция на эти признаки необходима для создания солеустойчивых сортов риса.

**Цель** данной работы — изучение способности зрелых семян различных генотипов риса к прорастанию в растворах солей NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1,7 и 2,0 %).

**Задачи:**

- тестирование генотипов риса на способность формировать проростки под действием растворов сульфата и хлорида натрия с концентрациями 1,7 и 2,0 %;
- выявление наиболее солетолерантных форм риса и получение урожая.

**Материалы и методы исследования.** Материалом для настоящей работы служили зрелые семена 14 генотипов риса (*Oryza sativa* L.) коллекции Института риса НААН: 6 сортов — Курчанка, Виконт, Агат, Онтарио, Престиж, Премиум и 8 гибридов (F<sub>2</sub>) — Престиж×Янтарь (№ 1), Престиж×Виконт (№ 2), Малыш×Виконт (№ 3), Престиж×Юпитер (№ 4), Славянец×Виконт (№ 5), Престиж×Адмирал (№ 6), Престиж×Аметист (№ 7), Престиж×Лидер (№ 8).

В исследовании использованы следующие методы:

- метод определения свободного пролина в муке из зрелых семян 14 образцов риса;
- метод проращивания зерен риса на фоне селективных факторов.

В качестве селективных факторов использованы растворы солей NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1,7 и 2,0 %). В качестве контроля применялась дистиллированная вода. Результаты эксперимента обрабатывались статистически.

В начале работы было определено содержание свободного пролина как косвенного показателя устойчивости к стресс-факторам в зрелых семенах различных образцов риса в отделе биохимии СГИ — НЦСС.

Работа проводилась в нестерильных условиях. На дно каждой чашки Петри помещали фильтровальную бумагу, наливали растворы хлоридных и сульфатных солей и в качестве контроля — дистиллированную воду. В каждую чашку помещали одинаковое число зерен риса и выдерживали 3 суток в темноте в термостате при температуре 26–28 °С. После этого чашки ставили на выращивание при фотопериоде 16/8 при такой же температуре на 10 суток для получения зеленых проростков. По истечении срока подсчитывали процент образования зеленых проростков, способных прорасти в растворах солей, а также средней длины глав-

ного корня и надземной части проростков. Данные измерений обрабатывали статистически с применением программы Microsoft Excel. Выросшие проростки были высажены в сосуды с землей в зимний период и перенесены в климатическую камеру (16/8;  $t=24-25^{\circ}\text{C}$ ) для получения урожая и дальнейшей работы.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Был проведен биохимический анализ содержания свободного пролина в зрелых зернах сортов и гибридов риса, который показал различное количество данной аминокислоты у образцов (табл. 1).

Таблица 1

Содержание свободного пролина у сортов и гибридов риса, мг, %

Сорт/гибрид	Содержание пролина, мг, %
Курчанка	2,80±0,016
Виконт	2,61±0,015
Агат	2,58±0,006
Престиж	2,33±0,011
Премиум	2,11±0,014
Онтарио	—*
Престиж х Юпитер	2,84 ± 0,087
Престиж х Янтарь	2,67 ± 0,16
Престиж х Лидер	2,66 ± 0,066
Престиж х Аметист	2,64 ± 0,04
Престиж х Виконт	2,55 ± 0,18
Малыш х Виконт	2,55 ± 0,1
Славянец х Виконт	2,48 ± 0,12
Престиж х Адмирал	2,37 ± 0,097

Примечание: \* — не исследовано.

Определено, что больше всего пролина содержалось в муке зрелых зерен у сортов Курчанка, Виконт, Агат, а у гибридов — Престиж х Юпитер, Престиж х Янтарь, Престиж х Лидер, Престиж х Аметист.

Способность генотипов риса образовывать 10-дневные проростки на фоне солей  $\text{NaCl}$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  с концентрациями 1,7 и 2,0 % показана в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что наиболее солеустойчивыми были проростки сорта Виконт и гибрида Славянец×Виконт, выдерживающие максимальную концентрацию 2,0 %  $\text{NaCl}$ . Проростки остальных сортов и гибридов — Курчанка, Агат, Престиж, Премиум, Престиж×Янтарь, Малыш×Виконт, Престиж×Юпитер — показали слабую устойчивость к селективному фактору.

Таблицы 3 и 4 показывают, как хлоридные и сульфатные соли натрия оказывают отрицательное воздействие на среднюю длину главного корня и надземной части проростков риса. В результате влияния используемых солей происходило постепенное уменьшение морфометрических параметров проростков с увеличением их концентрации.

Таблиця 2

Образование зеленых проростков риса в контроле и в растворах солей различной концентрации, %

Сорт/гибрид	Контроль	1,7 % NaCl	2,0 % NaCl	1,7 % Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,0 % Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Курчанка	70,00±10,25	50,00±11,18	0,00±0,00	50,00±11,18	45,00±11,12
Виконт	90,00±6,71	50,00±11,18	35,00±10,67	90,00±6,71	90,00±6,71
Агат	85,00±7,98	50,00±11,18	5,00±4,87	70,00±10,25	50,00±11,18
Онтарио	60,00±10,95	15,00±7,98	0,00±0,00	70,00±10,25	30,00±10,25
Престиж	95,00±4,87	35,00±10,67	10,00±6,71	95,00±4,87	75,00±9,68
Премимум	100,00±0,00	55,00±11,12	5,00±4,87	75,00±9,68	25,00±9,68
Престиж×Янтарь	100,00±0,00	55,00±11,12	20,00±8,94	75,00±9,68	50,00±11,18
Престиж×Виконт	100,00±0,00	30,00±10,25	0,00±0,00	85,00±7,98	75,00±9,68
Малыш×Виконт	100,00±0,00	70,00±10,25	20,00±8,94	70,00±10,25	60,00±10,95
Престиж×Юпитер	75,00±9,68	55,00±11,12	0,00±0,00	70,00±10,25	60,00±10,95
Славянец×Виконт	95,00±4,87	50,00±11,18	25,00±9,68	90,00±6,71	50,00±11,18
Престиж×Адмирал	80,00±8,94	20,00±8,94	0,00±0,00	80,00±8,94	55,00±11,12
Престиж×Аметист	30,00±10,25	15,00±7,98	0,00±0,00	25,00±9,68	25,00±9,68
Престиж×Лидер	25,00±9,68	0,00±0,00	0,00±0,00	15,00±7,98	10,00±6,71

Таблиця 3

Средняя длина главного корня 10-дневных проростков, мм

Сорт/гибрид	Контроль	1,7 % NaCl	2,0 % NaCl	1,7 % Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,0 % Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Курчанка	57,21±6,05	2,70±0,42	0	4,67±1,12	5,00±0,42
Виконт	42,22±3,19	4,70±0,78	1,29±0,18	14,61±1,86	6,17±0,35
Агат	62,53±6,43	2,70±0,55	0	5,29±0,60	2,00±0,42
Онтарио	65,00±6,62	2,73±2,63	0	5,21±0,48	2,68±0,54
Престиж	53,47±4,95	3,64±0,73	0	7,58±0,68	4,50±0,77
Премиум	65,10±7,60	2,77±0,55	0	10,74±1,31	2,90±0,71
Престиж×Янтарь	64,58±7,66	3,73±0,57	1,75±0,48	5,87±0,64	3,15±0,97
Престиж×Виконт	68,35±6,64	5,08±1,20	0	2,87±0,45	4,59±0,36
Малыш×Виконт	59,55±6,37	4,54±0,69	0,75±0,14	6,50±0,61	4,36±0,75
Престиж×Юпитер	50,67±8,22	6,18±1,30	0	1,93±0,25	2,83±0,30
Славянец×Виконт	65,47±7,49	2,75±0,93	1,10±0,24	8,00±0,64	1,80±0,25
Престиж×Адмирал	32,87±5,03	2,13±0,59	0	2,09±0,36	1,73±0,37
Престиж×Аметист	73,50±12,44	1,67±0,67	0	2,40±0,60	1,50±0,45
Престиж×Лидер	65,00±13,76	0	0	2,00±0,58	0

Таблиця 4

Средняя длина надземной части 10-дневных проростков, мм

Сорт/гибрид	Контроль	1,7 % NaCl	2,0 % NaCl	1,7 % Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,0 % Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Курчанка	53,21±5,21	6,40±1,08	0	12,11±1,62	19,40±1,26
Виконт	47,28±2,55	8,10±0,74	4,00±0,31	29,94±1,48	20,89±1,42
Агат	56,00±3,64	7,64±0,89	0	19,36±1,34	17,50±1,12
Онтарио	39,67±2,65	5,00±1,53	0	23,14±1,92	18,17±1,60
Престиж	39,58±1,91	4,29±0,52	0	17,95±1,08	14,73±1,67
Премиум	35,85±2,96	9,27±1,02	0	24,40±2,08	14,60±2,62
Престиж×Янтарь	54,30±5,42	7,45±0,81	6,25±0,85	24,20±1,96	12,80±1,42
Престиж×Виконт	46,25±4,02	8,17±0,98	0	29,40±0,97	21,24±1,49
Малыш×Виконт	44,95±3,43	10,29±0,54	6,50±0,65	23,42±2,43	20,71±1,86
Престиж×Юпитер	48,33±4,39	10,09±1,02	0	25,21±2,29	22,00±1,80
Славянец×Виконт	55,89±4,69	8,40±1,13	6,40±1,12	25,50±1,95	18,40±1,19
Престиж×Адмирал	43,27±3,69	7,25±0,25	0	22,44±1,55	18,00±1,76
Престиж×Аметист	56,67±3,12	8,67±1,33	0	18,80±2,13	17,60±2,32
Престиж×Лидер	60,60±4,53	0	0	15,33±2,60	14,50±3,50

Нижеприведенные гистограммы наглядно показывают ингибирующее воздействие солей NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> различных концентраций по сравнению с контролем на прорастание семян риса. Испытанные концентрации NaCl оказывали достоверное влияние на рост проростков у всех сортов и гибридов риса в отличие от Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Среди наиболее солетолерантных к 2,0 % NaCl генотипов оказались сорта Виконт, Агат, Престиж, Премиум и гибриды Престиж×Янтарь, Малыш×Виконт, Славянец×Виконт.

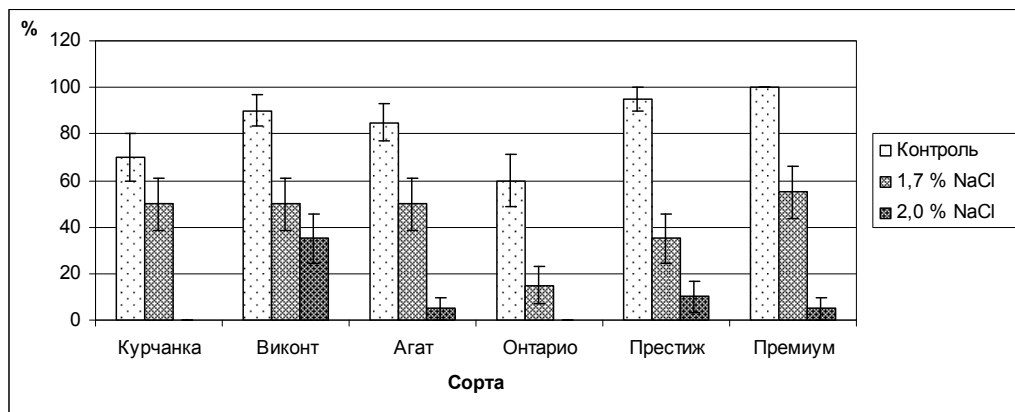


Рис. 1. Влияние NaCl на прорастание зерен у сортов риса

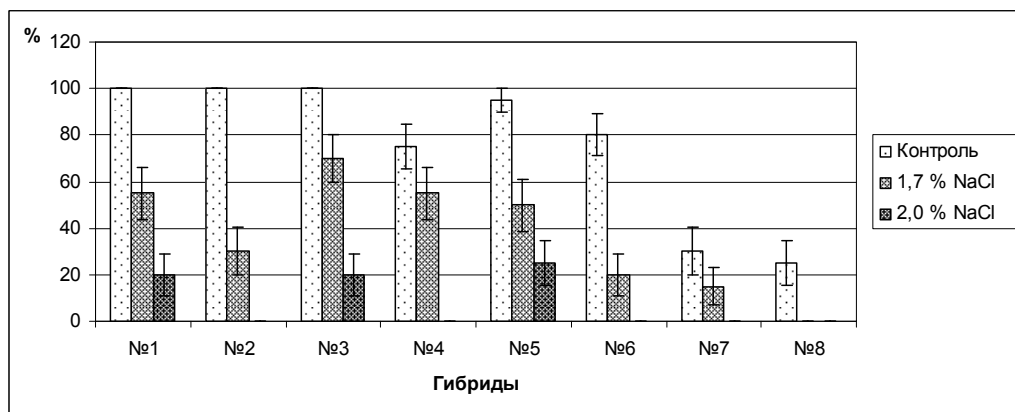
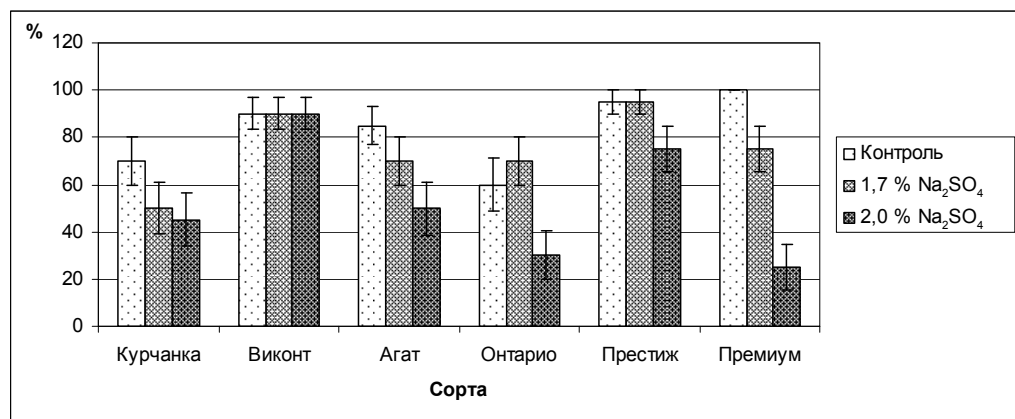


Рис. 2. Влияние NaCl на прорастание зерен у гибридов риса

Рис. 3. Влияние Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> на прорастание зерен у сортов риса

Воздействие сульфата натрия выражалось у разных генотипов риса следующим образом (рис. 3, 4). 1,7 % Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> не оказывал влияние на сорта Курчанка, Виконт, Агат, Онтарио, Престиж и гибриды Престиж×Виконт, Престиж×Юпитер, Славянец×Виконт,

Престиж×Адмирал, Престиж×Аметист, Престиж×Лидер.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  с концентрацией 2,0 % не влиял на сорт Виконт и гибриды Престиж×Юпитер, Престиж×Аметист, Престиж×Лидер. Сорта Курчанка, Агат, Онтарио, Престиж, Премиум и гибриды Престиж×Янтарь, Престиж×Виконт, Малыш×Виконт, Славянец×Виконт отреагировали на воздействие 2,0 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  снижением процента прорастания от общего числа зерен.

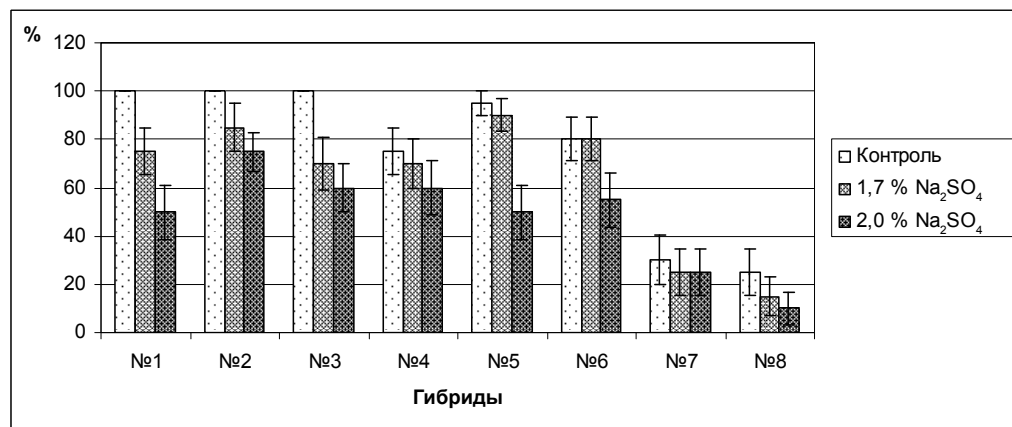


Рис. 4. Влияние  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  на прорастание зерен у гибридов риса

Все сорта и гибриды риса оказались толерантными по отношению к 2,0 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , несмотря на разное влияние этой соли на ростовые процессы растений.

**Выводы.** В результате проведенных экспериментов выявлены отличия уровня солетолерантности у исследованных генотипов. Определено, что сорта Виконт, Агат, Престиж, Премиум, которые выдержали 2,0 %  $\text{NaCl}$ , могут быть перспективным материалом для селекции. Среди гибридов по этому признаку представляют интерес Престиж×Янтарь, Малыш×Виконт, Славянец×Виконт.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлюк А. П., Вожегова Р. А., Федорчук М. І. Селекція і насінництво рису: Навчальний посібник. — Херсон: Айлант, 2004. — 260 с., іл.
2. Алешин Е. П., Алешин Н. Е. Рис. — Москва, 1993. — 504 с.
3. Сметанин А. П. Состояние и перспективы селекционной работы во Всесоюзном НИИ риса // Селекция и семеноводство зерновых и кормовых культур. — М.: Колос, 1972. — С. 245–250.
4. Ляховкин А. Г. Рис. Мировое производство и генофонд. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2005. — 288 с.
5. Удовенко Г. В. Солеустойчивость культурных растений. — Л., 1977. — 215 с.
6. Bower C. A., Tamimi Y. H. Root adjustments associated with salt tolerance in small grains // Agron. J. — 1979. — Vol. 71, № 4. — P. 690–693.
7. Akbar M., Khash G. S., Hillerislambers D. Genetics of salt tolerance in rice // Rice genetics. Proc. Internat. Rice Genetic Symp. — IRRI, Manila, 1985. — P. 399–409.

Получена 18.11.2013 г.

UDC 633.18:581.1.051

**Shargorodska K. O., Ignatova S. O., Shpak D. V.** Collected scientific articles of PBGI-NCSCI (in Russian). 2013. Issue 22 (62).

### **SALT TOLERANCE EVALUATION OF RICE SEEDLINGS IN VITRO**

The purpose of this work was to study the ability of the rice mature seeds of different genotypes to grow in NaCl and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1.7 and 2.0 %) salt solutions. The tasks of present research were: 1) testing the rice genotypes on the ability to form the seedlings under the solutions action of sulfate and sodium chloride with the concentrations of 1.7 and 2.0 %; 2) identify the most salt tolerance forms of the rice and harvesting. There were determined that the most of proline contained in the flour mature seeds of the cultivars — Kurchanka, Vikont, Agat and hybrids — Prestige x Upiter, Prestige x Jantar, Prestige x Lider, Prestige x Ametist. The most salt tolerance seedlings were ones of the cultivar Vikont and hybrid Slavyanez x Vikont. The seedlings of these genotypes maintained the maximum concentration of 2.0 % NaCl. The seedlings of other cultivars and hybrids — Kurchanka, Agat, Prestige, Premium, Prestige x Jantar, Malysh x Vikont, Prestige x Upiter — showed a weak resistance to the selective factor. There was the gradual reduction of the morphometric parameters of the seedlings with the concentration increase of NaCl and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. The tested concentrations of NaCl had a significant influence on the rice seedlings growth unlike Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Among the most salt tolerance to 2.0 % NaCl were the cultivars Vikont, Agat, Prestige, Premium and hybrids Prestige x Jantar, Malysh x Vikont, Slavyanez x Vikont. The effect of sodium sulfate was expressed in the different genotypes of rice as follows. 1.7 % Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> wasn't influenced on the cultivars Kurchanka, Vikont, Agat, Ontario, Prestige and hybrids Prestige x Vikont, Prestige x Upiter, Slavyanez x Vikont, Prestige x Admiral, Prestige x Ametist, Prestige x Lider. 2.0 % Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> didn't affect on the cultivar Vikont and hybrids Prestige x Upiter, Prestige x Ametist, Prestige x Lider. The cultivars Kurchanka, Agat, Ontario, Prestige, Premium and hybrids Prestige x Jantar, Prestige x Vikont, Malysh x Vikont, Slavyanez x Vikont responded the lower rate of germination of the total number of the grains under the impact of 2.0 % Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. All the cultivars and hybrids of rice were tolerant to 2.0 % Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> despite the different impact of the salt on the growth processes of the plants. Thus, there were revealed the differences in the salt tolerance level of the studied genotypes. There were determined that the cultivars Vikont, Agat, Prestige, Premium may be a perspective material for the breeding. Among the hybrids on this basic were of interest Prestige x Jantar, Malysh x Vikont, Slavyanez x Vikont.

Tables — 4. Figures — 4. Bibliography — 7.



УДК 633.18:581.1.051

### **ОЦІНКА СОЛЕТОЛЕРАНТНОСТІ ПРОРОСТКІВ РИСУ В КУЛЬТУРІ IN VITRO**

**Шаргородська К. О., Ігнатова С. О., Шпак Д. В.** Збірник наукових праць СГІ-НЦНС. 2013. Вип. 22 (62).

Розглядаються дослідження з визначення солетолерантності у сортів та гібридів рису. Виявлені відмінності у вивченого матеріалу за наведеною ознакою.

Таблиці — 4. Рисунки — 4. Бібліографія — 7.