

УДК 582.675

ЛОКАЛИЗАЦИЯ НАТРИЯ В КОМПАРТМЕНТАХ ТКАНЕЙ КОРНЕЙ И НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В СВЯЗИ С ИХ СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬЮ

Омельченко А.В.¹, Кабузенко С.Н.¹, Белоусов А.А.², Сериков В.А.²

¹*Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского, Симферополь, Украина,
e-mail: omesavl@ukr.net*

²*Селекционно-генетический институт УААН – Национальный центр семеноводства и
сортоизучения, Одесса, Украина*

Изучались гибриды кукурузы нового поколения, выведенных в Селекционно-генетическом институте – Национальном центре семеноводства и сортоизучения УААН г. Одесса. Выявлено, что среди исследованных генотипов солеустойчивыми оказались гибриды Веселка МВ, Шаланда МВ и Одесский 385 МВ, а солечувствительными к хлоридному засолению – гибриды ОдМа 310 МВ и Одесский 375 МВ. Показана разница в локализации ионов Na^+ между солеустойчивыми и солечувствительными гибридами, которая была наиболее выражена в гомогенате и клеточном соке тканей надземной части. Солеустойчивые гибриды отличались меньшим накоплением Na^+ в тканях надземных частей растений по сравнению с солечувствительными. Барьерная роль корней как адаптивная реакция организменного уровня на солевой стресс была более выражена у солеустойчивых гибридов.

Ключевые слова: гибриды кукурузы, хлоридное засоление, компартменты тканей, локализация натрия.

ВВЕДЕНИЕ

Солеустойчивость растений гликофитного типа во многом определяется локализацией «избыточных» засоляющих ионов Na^+ в компартментах тканей растительных органов [1 – 5]. Стратегия солеустойчивых культур направлена на снижение поступления ионов Na^+ в цитоплазму фотосинтезирующих клеток листа [1, 6 – 8]. В исследованиях А.А. Захарина показана барьерная роль корня в адаптации культурных растений к условиям засоления [9 – 10]. В тканях корня значительная роль в защите функционально-важных клеточных органоидов от «избыточного» Na^+ на фоне действия засоления отводится свободному пространству [11 – 15]. Однако, вопрос о локализации «засоляющих» ионов Na^+ в связи с солеустойчивостью растений требует более глубокого изучения.

Поэтому целью нашей работы явилось определение содержания ионов Na^+ в компартментах тканей корней и надземной части проростков некоторых гибридов кукурузы нового поколения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследований использовали корни и надземную часть 7-дневных проростков гибридов кукурузы Веселка МВ, Шаланда МВ, Одесский 385 МВ, ОдМа 310 МВ, Одесский 375 МВ, выведенных в Селекционно-генетическом институте – Национальном центре семеноводства и сортоизучения УААН г. Одесса.

Солеустойчивость гибридов кукурузы оценивали по степени влияния NaCl на прорастание семян и накопление растительной массы корней и надземной части. Для этого семена каждого гибрида промывали в мыльной воде и протравливали в течение 15 минут в растворе KMnO_4 , затем тщательно ополаскивали автоклавированной дистиллированной водой и в количестве 100 штук раскладывали в кюветы на фильтровальную бумагу, смоченную дистиллированной водой (контрольный вариант) и NaCl 100, 200, 300 и 400 мМ (опытный вариант). Кювету накрывали стеклом (оставив небольшую щель для обмена воздуха) и помещали в термостат при температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Через 3 дня после закладки опыта у проростков изучали энергию прорастания, а на 7-й день – всхожесть семян.

Накопление Na^+ в свободном пространстве, клеточном соке и гомогенате корней и надземной части определяли с помощью атомно-адсорбционного спектрофотометра («Karl Zeiss», Германия). Для этого навеску весом 1 г из тканей корней и надземной части тщательно ополаскивали несколько раз дистиллированной, а последний раз – бидистиллированной водой. Ткань помещали на 1 час в бидистиллированную воду (по 10 мл на каждую навеску) для выхода Na^+ . Затем ткани извлекали и предварительно выдерживали в хлороформе в течении 10 минут. После обработки хлороформом растительный материал просушивали между листами фильтровальной бумаги, сок отжимали медицинским шприцем в стеклянный бюкс. В исследуемом растворе использовалась прозрачная верхняя часть сока. Далее ткани растирали в ступки с битым стеклом при постепенном добавлении 10 мл дистиллированной воды. Полученный гомогенат сливали в центрифужные пробирки и центрифугировали в течение 20 минут при 3000 об/мин. В надосадочной жидкости определяли содержание Na^+ .

Эксперименты проводили в трехкратной биологической повторности. В таблицах и рисунках представлены средние арифметические значения и их стандартные ошибки. Статистическую обработку полученных результатов проводили по Г.Ф. Лакину [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В предварительных экспериментах по определению степени солеустойчивости гибридов кукурузы Веселка МВ, Шаланда МВ, Одесский 385 МВ, ОдМа 310 МВ, Одесский 375 МВ была определена концентрационная зависимость влияния NaCl на энергию прорастания и всхожесть семян (рис. 1).

Результаты наших исследований показали что, в контрольном варианте процент энергии прорастания семян почти полностью совпал с процентом всхожести, что говорит о высоком ростовом потенциале семян. Всхожесть семян для большинства гибридов составила 97,6 – 99,0 %, лишь гибрид кукурузы Одесский 375 МВ дал всхожесть 92,6 %.

Проращивание семян на солевых растворах возрастающей концентрации показало, что изучаемые гибриды кукурузы обладают высокой способностью к адаптации в условиях засоления. Засоление средней степени (NaCl 100 мМ) не оказало существенного влияния на энергию прорастания и всхожесть семян изучаемых гибридов кукурузы. Так, снижение всхожести семян в этом варианте для большинства гибридов было менее 4 %, тогда как у гибрида Одесский 375 МВ снижение всхожести составило 9,8 %. На засолении сильной степени (NaCl 200 мМ) всхожесть семян снизилась на 5,2 – 21,6 % по сравнению с контрольным вариантом. На фоне экстремальной концентрации (NaCl 300 мМ) и в особенности (400 мМ) всхожесть семян снизилась на 37,0 – 89,0 %.

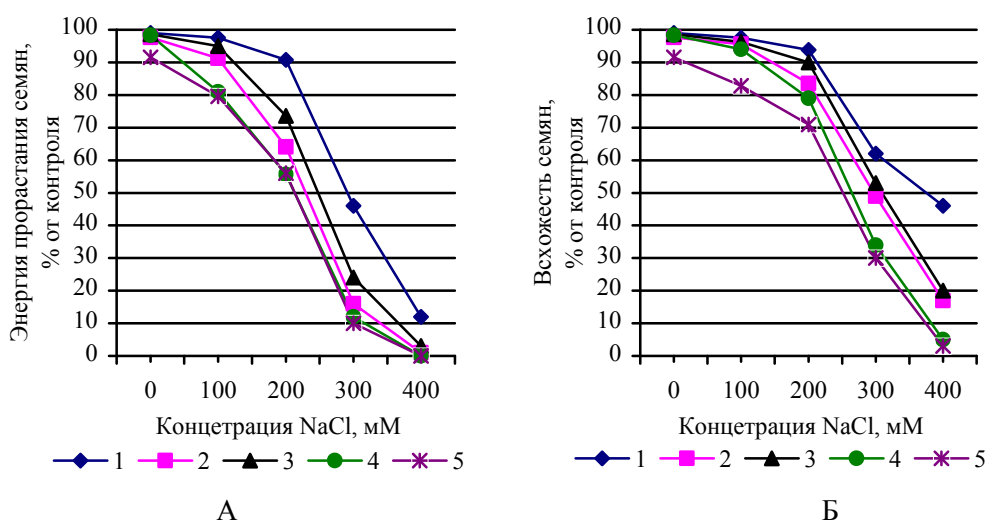


Рис. 1. Концентрационная зависимость влияния NaCl на энергию прорастания (А) и всхожесть семян (Б) кукурузы: 1 – Веселка МВ, 2 – Шаланда МВ, 3 – Одесский 385 МВ, 4 – ОдМа 310 МВ, 5 – Одесский 375 МВ.

Визуальная картина влияния различной концентрации NaCl на энергию прорастания и всхожесть семян, представлена на примере контрастных по солеустойчивости гибридов кукурузы Веселка МВ и Одесский 375 МВ (рис. 2, 3).

Из данных рисунков 1-3 следует, что процент всхожести под влиянием NaCl снижается меньше, чем энергия прорастания, что говорит о более высокой чувствительности к засолению именно самых начальных этапов прорастания. Эта закономерность наблюдалась у всех изучаемых нами гибридов.

На основании полученных результатов по влиянию различных концентраций NaCl на энергию прорастания и всхожесть семян была составлена схема распределения гибридов по степени солеустойчивости (рис. 4).

Таким образом, исследуемые гибриды кукурузы можно расположить по степени убывания солеустойчивости в следующем порядке: Веселка МВ → Шаланда МВ → Одесский 385 МВ → Од Ма 310 МВ → Одесский 375 МВ.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ НАТРИЯ В КОМПАРТМЕНТАХ ТКАНЕЙ КОРНЕЙ

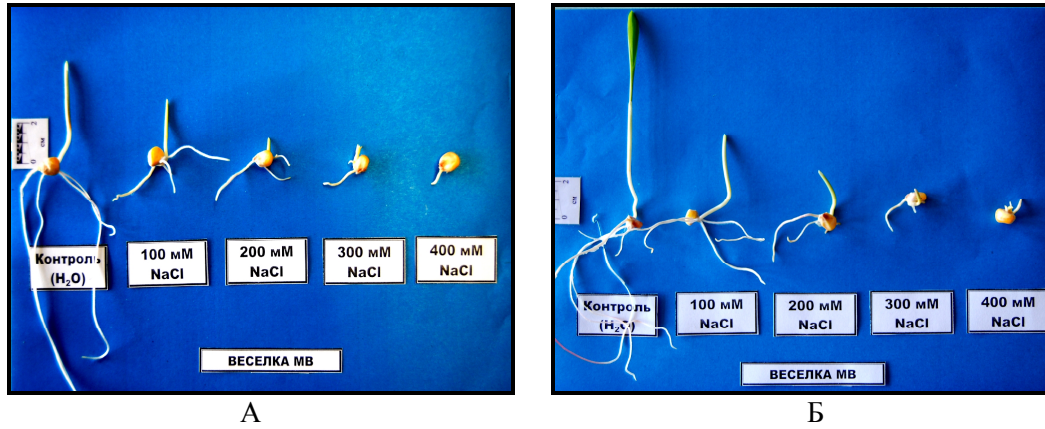


Рис. 2. Влияние NaCl на энергию прорастания (А) и всхожесть семян (Б) кукурузы гибрида Веселка.

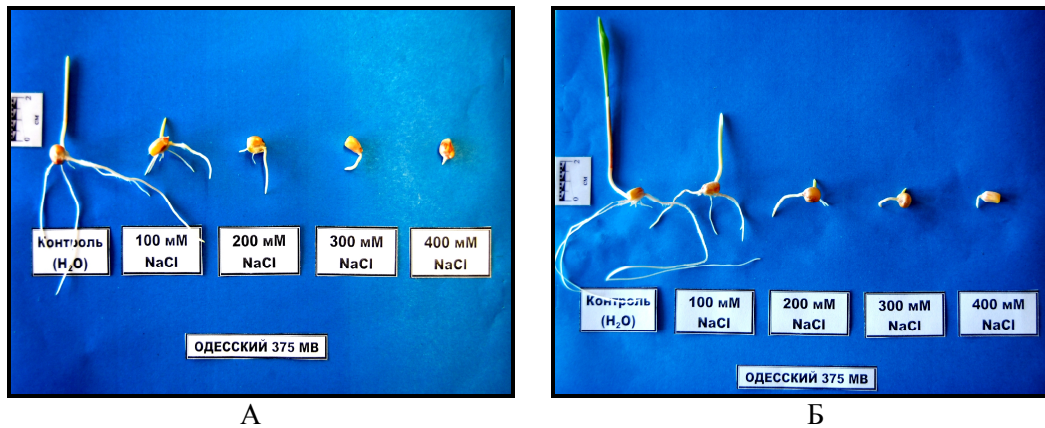


Рис. 3. Влияние NaCl на энергию прорастания (А) и всхожесть семян (Б) кукурузы гибрида Одесский 375 МВ.

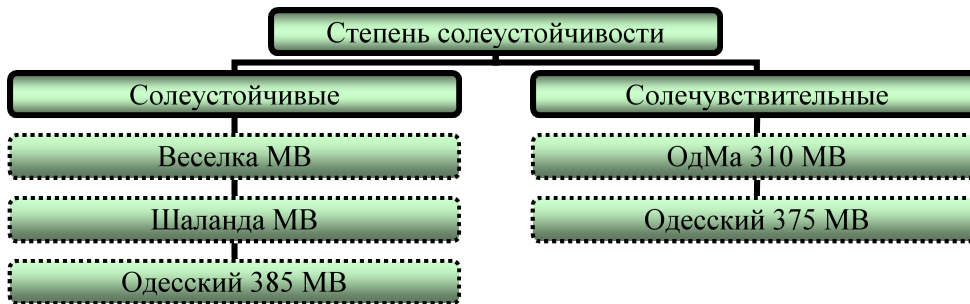


Рис. 4. Распределение гибридов кукурузы по степени солеустойчивости.

Установленная нами концентрационная зависимость влияния NaCl на ростовые процессы изучаемых гибридов позволило нам прогнозировать диапазон концентраций засоления, в котором возможна вегетация растений кукурузы (NaCl 100 и 200 мМ, наиболее вероятно выращивание на зеленый корм).

Деление исследуемых гибридов на солеустойчивые и солечувствительные на основании снижения энергии прорастания и всхожести семян в условиях засоления совпало с делением по результатам влияния повышенных концентраций NaCl на накопление сырой и сухой массы корней и надземной части 7-дневных проростков.

По данным таблицы 1, с повышением концентрации NaCl увеличивалось негативное влияние засоления на накопление растительной массы корней и надземной части проростков у всех гибридов. При этом, более значительно уменьшалась сырая и сухая масса надземной части, чем корней.

Таблица 1.
Влияние хлоридного засоления на накопление сырой и сухой массы 7-дневных проростков кукурузы, % от контроля ($\bar{x} \pm s \bar{x}$)

Объект исследований	Вариант	Сырая масса		Сухая масса	
		корни	надземная часть	корни	надземная часть
Веселка МВ	Контроль	100,0	100,0	100,0	100,0
	100 мМ NaCl	60,3±3,2	24,7±0,9	66,4±2,5	38,3±1,0
	200 мМ NaCl	22,3±0,7	7,7±0,7	35,7±1,9	17,7±0,8
Шаланда МВ	Контроль	100,0	100,0	100,0	100,0
	100 мМ NaCl	43,0±2,7	19,5±1,3	54,4±1,7	31,1±1,5
	200 мМ NaCl	12,2±0,8	4,1±0,3	21,7±1,5	12,3±1,1
Одесский 385 МВ	Контроль	100,0	100,0	100,0	100,0
	100 мМ NaCl	45,7±1,4	29,2±0,8	41,3±1,6	38,6±2,0
	200 мМ NaCl	10,9±0,7	4,9±0,5	20,3±1,4	15,8±1,5
ОдМа 310 МВ	Контроль	100,0	100,0	100,0	100,0
	100 мМ NaCl	20,4±1,4	9,3±0,4	32,7±1,5	17,3±1,2
	200 мМ NaCl	7,8±0,3	3,1±0,3	18,8±0,9	8,7±0,7
Одесский 375 МВ	Контроль	100,0	100,0	100,0	100,0
	100 мМ NaCl	30,8±0,9	25,9±1,2	37,6±1,5	40,7±2,1
	200 мМ NaCl	7,9±0,6	2,6±0,2	14,9±1,2	6,4±0,6

Так, у солеустойчивых и солечувствительных гибридов в условиях засоления средней степени (NaCl 100 мМ), наблюдалось снижение среднего значения сырой и сухой массы корней от 36,6 % (у гибрида Веселка МВ) до 73,3 % (у гибрида ОдМа 310 МВ), а надземной части – от 66,0 % (у гибрида Одесский 385 МВ) до 86,7 % (у гибрида ОдМа 310 МВ), против контрольного варианта. В условиях засоления сильной степени (NaCl 200 мМ) снижение среднего значения сырой и сухой массы корней составило от 70,9 % у гибрида Веселка МВ до 88,6 % у гибрида Одесский 375 МВ, а надземной части – от 87,3 % до 95,5 % соответственно, против контрольного варианта.

Различная ростовая реакция отдельных органов растений на экзогенные физиологически активные вещества зависит от начального гормонального фона в них, который в норме является неодинаковым в корнях и в надземной части [17]. В условиях стресса, в том числе и солевого, в этих органах неодинаково происходят изменения эндогенного содержания фитогормонов – в корнях уровень цитокининов и индолилуксусной кислоты больше, чем в надземной части. Именно поэтому экзогенные регуляторы роста неодинаково влияют на эти органы. К тому же некоторые гибриды кукурузы характеризуются определенными особенностями метаболизма [18 – 21]. Поэтому и ответная реакция каждого гибрида на действие стрессового фактора или экзогенных регуляторов роста оказывается различной.

На основании полученных выше результатов для дальнейших исследований были отобраны контрастные по степени солеустойчивости гибриды: солеустойчивые Веселка МВ, Шаланда МВ и солечувствительный гибрид Одесский 375 МВ.

При определении содержания ионов Na^+ в компартментах тканей нас в значительной степени интересовал вопрос о его распределении между тканями корней и надземной части проростков и связь этого показателя с солеустойчивостью.

Как показывают данные таблиц 2-4, в растениях контрольных вариантов наблюдалось более высокое содержание ионов Na^+ в свободном пространстве, гомогенате и клеточном соке тканей корней по сравнению с надземной частью, что подтверждает теоретическое положение А.А. Захарина о декременте Na^+ в растениях гликофитного типа [9, 10]. Следует отметить, что в среднем соотношение содержания Na^+ корни / надземная часть самым высоким было в клеточном соке контрольных вариантов, особенно у солеустойчивых гибридов. Следовательно, ионы Na^+ , наряду с K^+ является осмотически - активным ионом в растениях кукурузы.

Данные таблицы 2 показали, что в условиях засоления (NaCl 100 и 200 мМ) у солеустойчивых гибридов кукурузы Веселка МВ и Шаланда МВ и солечувствительного гибрида Одесский 375 МВ содержание ионов Na^+ в свободном пространстве тканей корней выше, чем в надземной части, что еще больше показывает барьерную роль корня.

С повышением концентрации NaCl в среде возрастает содержание ионов Na^+ в свободном пространстве тканей корней у солеустойчивых и солечувствительных гибридов, против контрольного варианта. На фоне засоления средней степени (NaCl 100 мМ) у солеустойчивых гибридов Веселка МВ и Шаланда МВ содержание Na^+ в свободном пространстве тканей корней по сравнению с надземной частью увеличивалось в 32,8 и 25,8 раза, а у солечувствительного гибрида Одесский 375 МВ - в 10,3 раза. В условиях засоления сильной степени (NaCl 200 мМ) это увеличение составило: у гибрида Веселка МВ - 16,3 раза, у гибрида Шаланда МВ - 9,3 раза, а у гибрида Одесский 375 МВ - 8,5 раза.

В растениях опытных вариантов мы наблюдали повышение содержания ионов Na^+ не только в свободном пространстве, но и во всех компартментах тканей, степень которого находилась в определенной взаимозависимости с солеустойчивостью гибрида.

Из данных таблиц 3 и 4 следует, что на фоне действия засоления средней степени (NaCl 100 мМ) наибольшее увеличение содержания Na^+ против контрольного варианта у солечувствительного гибрида Одесский 375 МВ наблюдалось в вытяжке

из гомогената надземной части и клеточном соке корней. У солеустойчивых гибридов в условиях засоления средней степени (NaCl 100 мМ) была установлена существенная разница в степени увеличения содержания Na^+ сравнительно с солечувствительным гибридом в гомогенате надземной части растений, которое составило: у гибрида Веселка МВ - 4,7 раза, у гибрида Шаланда МВ - 6,7 раза, а у гибрида Одесский 375 МВ - 47,1 раза, против контрольного варианта.

Таблица 2.
Содержание Na^+ в свободном пространстве тканей 7-дневных проростков кукурузы, отличающихся по степени солеустойчивости (мг/г сырой массы),
($\bar{x} \pm S_x$)

Объект исследований	Вариант	Корни	Надземная часть	Увеличение (раз против контроля)		Соотношение содержания Na^+ корни / надземная часть
				корни	н/ч	
Веселка МВ	Контроль	0,015±0,001	0,006±0,001	-	-	2,5
	100 мМ NaCl	0,230±0,022	0,016±0,001	15,3	2,6	32,8
	200 мМ NaCl	0,540±0,085	0,033±0,005	36,0	5,5	16,3
Шаланда МВ	Контроль	0,014±0,005	0,006±0,001	-	-	2,3
	100 мМ NaCl	0,310±0,020	0,012±0,001	22,1	2,0	25,8
	200 мМ NaCl	0,510±0,044	0,055±0,007	36,4	6,2	9,3
Одесский 375 МВ	Контроль	0,012±0,001	0,007±0,001	-	-	1,7
	100 мМ NaCl	0,270±0,010	0,026±0,003	22,5	3,7	10,3
	200 мМ NaCl	0,400±0,020	0,047±0,005	33,3	6,7	8,5

Таблица 3.
Содержание Na^+ в гомогенате тканей 7-дневных проростков кукурузы, отличающихся по степени солеустойчивости (мг/г сырой массы),
($\bar{x} \pm S_x$)

Объект исследований	Вариант	Корни	Надземная часть	Увеличение (раз против контроля)		Соотношение содержания Na^+ корни / надземная часть
				корни	н/ч	
Веселка МВ	Контроль	0,075±0,006	0,021±0,003	-	-	3,5
	100 мМ NaCl	2,506±0,075	0,100±0,008	33,4	4,7	25,0
	200 мМ NaCl	3,838±0,270	0,618±0,071	51,2	29,4	6,2
Шаланда МВ	Контроль	0,064±0,009	0,022±0,006	-	-	2,9
	100 мМ NaCl	2,344±0,178	0,148±0,003	36,6	6,7	15,8
	200 мМ NaCl	3,544±0,048	0,738±0,069	55,3	33,5	4,8
Одесский 375 МВ	Контроль	0,083±0,004	0,016±0,001	-	-	5,1
	100 мМ NaCl	3,092±0,105	0,755±0,09	37,2	47,2	4,1
	200 мМ NaCl	2,169±0,190	0,998±0,043	26,1	62,3	2,2

Таблица 4.

Содержание Na^+ в клеточном соке тканей 7 - дневных проростков кукурузы, отличающихся по степени солеустойчивости (мг/л) ($\bar{x} \pm S_x$)

Объект исследований	Вариант	Корни	Надземная часть	Увеличение (раз против контроля)		Соотношение содержания Na^+ корни / надземная часть
				корни	н/ч	
Веселка МВ	Контроль	0,037±0,002	0,008±0,001	-	-	4,6
	100 мМ NaCl	0,817±0,043	0,042±0,005	22,1	5,25	19,4
	200 мМ NaCl	0,956±0,061	0,482±0,030	25,8	60,2	1,9
Шаланда МВ	Контроль	0,021±0,003	0,006±0,001	-	-	3,5
	100 мМ NaCl	0,860±0,014	0,088±0,003	40,9	14,6	9,7
	200 мМ NaCl	0,950±0,047	0,515±0,035	45,2	85,8	1,8
Одесский 375 МВ	Контроль	0,010±0,001	0,004±0,001	-	-	2,5
	100 мМ NaCl	1,115±0,070	0,094±0,006	111,5	23,5	11,8
	200 мМ NaCl	0,944±0,063	0,435±0,028	94,4	108,7	2,2

В гомогенате корней на фоне засоления средней степени (NaCl 100 мМ) разница между указанными гибридами по увеличению содержания Na^+ не была резко выражена, а в клеточном соке корней солеустойчивого гибрида Одесский 375 МВ она проявилась более контрастно (см. табл. 3 и 4). Видимо на фоне засоления средней степени (NaCl 100 мМ) у солеустойчивого гибрида Одесский 375 МВ «избыточный» Na^+ по градиенту электрохимического потенциала поступает в клетки коры корня, но благодаря работе транспортных систем тонопласта переносится в вакуоль. Однако мощность этих транспортных систем недостаточна, и значительная часть «засоляющих» ионов Na^+ транспортируются в органы надземной части. Мы предполагаем, что в условиях засоления средней степени (NaCl 100 мМ) у солеустойчивых гибридов Веселка МВ и Шаланда МВ в большей мере активизируются механизмы транспорта «засоляющих» ионов Na^+ в вакуоль, что менее выражено у солеустойчивого гибрида Одесский 375 МВ.

На засолении сильной степени (NaCl 200 мМ) у солеустойчивых гибридов Веселка МВ и Шаланда МВ степень увеличения содержания Na^+ против контрольного варианта в гомогенате корней и надземной части была близка по значению. У солеустойчивых гибридов значительно возросло содержание Na^+ в свободном пространстве корней и клеточном соке надземной части (см. табл. 2, 4). Это доказывает, что у солеустойчивых гибридов активны транспортные механизмы по «откачке» ионов Na^+ , локализованные и в плазмалемме клеток корня и в тонопласте паренхимы листа. У солеустойчивого гибрида Одесский 375 МВ значительно возросла степень увеличения содержания Na^+ в гомогенате органов надземной части, а также в клеточном соке листьев, что говорит о недостаточности барьерной роли корней.

Таким образом, барьерная роль корней у солеустойчивых гибридов кукурузы проявилась на обеих концентрациях NaCl и заключается она в том, что

«засоляющие» ионы Na^+ локализуются в клеточных компартаментах корней. Стратегия адаптации растений кукурузы, таким образом, направлена на защиту от повреждающего действия «избыточных» засоляющих катионов клеток листа, содержащих хлоропласты. Это следует рассматривать как адаптивную реакцию на организменном уровне, направленную на поддержание фотосинтетической и биологической продуктивности растений в условиях солевого стресса.

ВЫВОДЫ

1. Все гибриды нового поколения, взятые нами для изучения, проявили высокую ростовую активность на фоне засоления средней степени (NaCl 100 мМ).
2. Среди исследованных генотипов солеустойчивыми оказались гибриды Веселка МВ, Шаланда МВ и Одесский 385 МВ, а солечувствительными к хлоридному засолению – гибриды Одесский 375 МВ и ОдМа 310 МВ.
3. Разница в локализации ионов Na^+ между солеустойчивыми и солечувствительными гибридами была наиболее выражена в гомогенате и клеточном соке тканей надземной части.
4. Барьерная роль корней как адаптивная реакция организменного уровня на солевой стресс была более выражена у солеустойчивых гибридов.

Список литературы

1. Соловьев В.А. О путях регулирования в тканях растений содержания избыточно поглощаемых ионов (на примере ионов натрия) / В.А. Соловьев // Физиология растений. – 1967. – Т. 14. – Вып. 6. – С. 1093–1103.
2. Кабузенко С.Н. Накопление засоляющих ионов натрия и хлора растениями, культивируемыми в Предгорной зоне Крыма в связи с их солеустойчивостью / С.Н. Кабузенко, В.Г. Блохин // В сб.: Актуальные вопросы экологии и охраны природы степных экосистем и сопредельных территорий. – Ч. 2. – Краснодар, 1994. – С. 297–301.
3. Кабузенко С.Н. Накопление активного натрия в органах культурных растений и стратегия их адаптации к засолению / С.Н. Кабузенко, А.В. Омельченко // Вісник Луганського ДУ. – 2002. – № 5 (49). – С. 84–89.
4. Кабузенко С.Н. Динамика накопления натрия в проростках растений кукурузы, отличающихся по степени солеустойчивости / С.Н. Кабузенко, А.В. Омельченко // Ученые записки ТНУ. – 2006. – Т. 19 (58), № 1. – С. 50–56.
5. Костюк А.Н. Ответная реакция растений на солевой стресс / А.Н. Костюк, А.Н. Остапчук, Б. А. Левенко // Физиология и биохимия культурных растений. – 1994. – Т. 26, № 6. – С. 526–545.
6. Clouse D.J. Brassinosteroids: essential regulators of plant growth and development / D.J. Clouse, J.M. Sasse // An. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. – 1998 – V. 49. – P. 427–451.
7. Flowers T.J. Improving crop salt tolerance / T.J. Flowers // J. Exp. Bot. – 2004. – V. 209. – P. 9–20.
8. Солеустойчивые и солечувствительные сорта ячменя и их характеристика / [Т.Г. Леонова, Э.А. Гончарова, А.В. Ходоренко, А.В. Бабаков] // Физиология растений. – 2005. – Т. 52, № 6. – С. 876–881.
9. Захарин А.А. Особенности водно-солевого обмена растений при солевом стрессе / А.А. Захарин // Агробиология. – 1990. – № 8. – С. 69–79.
10. Захарин А.А. Быстрые реакции водообмена растений при воздействии на корни растворов солей различных концентраций / А.А. Захарин // Физиология растений. – 2005. – Т. 52, № 6. – С. 876–881.
11. Вахмистров Д.Б. К вопросу о величине «кажущего свободного пространства» корней растений / Д.Б. Вахмистров // Физиология растений. – 1965. – Т. 12. – Вып. 5. – С. 805–813.
12. Вахмистров Д.Б. К вопросу о локализации свободного пространства корней ячменя / Д.Б. Вахмистров // Физиология растений. – 1967. – Т. 14. – Вып. 3. – С. 397–404.

13. Устименко А.С. Корневые системы и продуктивность сельскохозяйственных растений / Устименко А.С. – Киев : Урожай. – 1975. – 368 с.
14. Мейчик Н.Р. Поведение клеточной стенки галофита *Suaeda altissima* L. в условиях солевого стресса / Н.Р. Мейчик, Ю.И. Николаева, И.П. Ермаков // Вестник Башкирского университета. – 2001. – № 2 (II). – С. 100–103.
15. Кабузенко С.Н. Роль апопласта в адаптации гликофитных растений к условиям засоления / С.Н. Кабузенко, А.В. Омельченко // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – 2003. – Вып. 13. – С. 181–183.
16. Лакин Г.Ф. Биометрия / Лакин Г.Ф. – М. : Высшая школа, 1990. – 352 с.
17. Полевой В.В. Эндогенные фитогормоны этиолированных проростков кукурузы / В.В. Полевой, А.В. Полевой // Физиология растений. – 1992. – Т. 39, № 6. – С. 1165–1174.
18. Керимов Ф. Организменный и клеточный уровни солеустойчивости двух сортов хлопчатника (133, ИНЭБР) / Ф. Керимов, В.В. Кузнецов, З.Б. Шамина // Физиология растений. – 1993. – Т. 40, № 1. – С. 128–131.
19. Калініна Н.О. Застосування регуляторів росту для підвищення солестійкості кукурудзи різних генотипів / Н.О. Калініна, С.М. Кабузенко // Біологічний вісник. – 2000. – Т.4, №1–2. – С. 58–62.
20. Кабузенко С.Н. Влияние хлоридного засоления и цитокинина на митотическую активность корней пшеницы и кукурузы / С.Н. Кабузенко, А.В. Горшенков, Л.С. Володькина // Физиология и биохимия культурных растений. – 1995. – Т. 27, № 1–2. – С. 31–35.
21. Кабузенко С.М. Вплив засолення і екзогенних фітогормонів на ріст та деякі фізіолого-біохімічні функції рослин на етапах онтогенезу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук : спец. 03.00.12 «Фізіологія рослин» / Кабузенко С.М. – К., 1997. – 46 с.

Омельченко О. В. Локалізація натрію в компартментах тканин кореня і надземної частини гібридів кукурудзи нового покоління у зв'язку з їх солестійкістю / О.В. Омельченко, С.М. Кабузенко, А.О. Белоусов, В.О. Серіков // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2009. – Т. 22 (61). – № 4. – С. 112-121.

Вивчалися гібриди кукурудзи нового покоління, які виведені у Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннєзнавства та сортотвчення УААН м. Одеса. Виявлено, що серед досліджених генотипів солестійкими виявилися гібриди Веселка МВ, Шаланда МВ і Одеський 385 МВ, а солечутливими до хлоридного засолення – гібриди ОдМа 310 МВ і Одеський 375 МВ. Показана різниця в локалізації іонів Na^+ між солестійкими й солечутливими гібридами, що була найбільш виражена в гомогенаті і клітинному соку тканин надземної частини. Солестійкі гібриди менше накопичували іони Na^+ у тканинах надземних частин рослин у порівнянні із солечутливими. Бар'єрна роль коренів, як адаптивна реакція, на рівні організму рівня на сольовий стрес була більше вираженою в солестійких гібридах.

Ключові слова: гібриди кукурудзи, хлоридне засолення, компартменти тканин, локалізація натрію.

Omelchenko A. V. Localization of sodium in the compartments of the roots tissues and aboveground parts of maize hybrids of the new generation in relation to their salt tolerance / A.V. Omelchenko, S. N Kabuzenko, A.A Belousov, V.A. Serikov // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2009. – V.22 (61). – № 4. – P. 112-121.

Maize hybrids new generation, bred in the Plant Breeding and Genetics Institute - National Center of seed and cultivar investigation, Odessa were studied. It was revealed that among the studied genotypes were hybrids saltresistant Veselka MV, Shalanda MV and 385 MV of Odessa, and saltnonresistant to chloride salinity - hybrids OdMa 310 MV and 375 MV of Odessa. The difference in the localization of Na^+ ions between the saltresistant and saltnonresistant hybrids, which was most pronounced in the homogenate and the cell sap of tissues aboveground parts was shown. Saltresistance hybrids were differed less accumulation of Na^+ in tissues of aboveground parts of plants in comparison with saltnonresistant. Barrier role of roots as an adaptive response of organism level on the salt stress was more pronounced in salt-tolerant hybrids.

Key words: maize hybrids, chloride salinity, tissue compartments, the localization of sodium.

Поступила в редакцію 13.12.2009 г.