

**ВЛИЯНИЕ TRICHODERMA ASPERELLUM НА НЕКОТОРЫЕ
МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И МЕТАБОЛИЗМ АЗОТА ВИГНЫ В
УСЛОВИЯХ ХЛОРИДНОГО ЗАСОЛЕНИЯ****¹Пириев Иншаллах, ^{**}Рагимова Самира, ³Бабаева Гюлнара, ⁴Алескерова Фидан,
⁵Гумбатова Марзия**^{1,3,4,5}Институт Ботаники Министерство науки и образования АР, Баку, Азербайджан²Азербайджанский Государственный Аграрный Университет, Гянджа, Азербайджан<https://doi.org/10.5281/zenodo.8353580>

Аннотация. В статье изучены морфофизиологические показатели и азотный обмен 21-дневного растения вигны (*Vigna unguiculata*) сорта “Айла”, выращенной в условиях засоления (100 мМ NaCl) при замачивании части ее семян в культуральном растворе *Trichoderma asperellum*. Установлено, что морфофизиологические показатели (рост стебля, накопление ими сухой и сырой биомассы, содержание воды, а также различных форм азота) надземных органов вигны более чувствительны к действию NaCl и триходермы. Особенно в корнях вигны, наблюдалась некоторая активация ростовых и биосинтетических процессов при совместном их воздействии, что свидетельствует об адаптивных возможностях растений к хлоридному засолению сопровождающееся снижением токсического эффекта на рост и метаболизм растений с помощью триходермы.

Ключевые слова: Вигна, *Trichoderma asperellum*, хлоридное засоление, морфологические параметры, азот.

Abstract. The paper studies the morphophysiological parameters and nitrogen metabolism of a 21-day-old cowpea plant (*Vigna unguiculata*) of the “Ayla” variety grown under saline conditions (100 mM NaCl) by soaking some of its seeds in a culture solution of *Trichoderma asperellum*. It has been established that the morphophysiological parameters (stem growth, their accumulation of dry biomass, the content of various forms of nitrogen) of the aboveground part of the cowpea are more sensitive to the action of NaCl and trichoderma. Especially in the roots of cowpea plants, some activation of growth and biosynthetic processes was observed with their combined effect, which indicates the adaptive capabilities of plants to chloride salinity, accompanied by a decrease in the toxic effect on plant growth and metabolism with the help of trichoderma.

Keywords: Cowpea, *Trichoderma asperellum*, chloride salinity, morphological parameters, nitrogen.

Существование растений с засолением является единственным путем стабильного сельскохозяйственного производства в засоленных почвах. Поэтому поиск оптимальных способов смягчения солевого стресса на растения привлекает в настоящее время значительное внимание исследователей [4,5].

Накопленные к настоящему времени данные свидетельствуют о том, что в природных условиях высшие растения всегда колонизированы микроорганизмами, причем последние играют активную роль в адаптации растений к среде обитания [2,10,11,13]. Одним из распространенных компонентов микрофлоры в ризосфере растений являются грибы рода *Trichoderma*. Они обладают развитой системой ферментативного аппарата. Внесение этих грибов в ризосферу значительно активизируют многие ферменты

растений – инвертазу, каталазу, амилазу, уреазу, что в свою очередь, увеличивает интенсивность окислительно-восстановительных процессов, фотосинтез и поглощение питательных элементов корневой системой [1,6, 12].

В метаболизме растений важную роль играет азотный обмен, интенсивность и направленность которого зависит в первую очередь, от биологических особенностей растений, почвенно-климатических условий, экологической пластичности видов и стадий онтогенеза [7]. Засоление может влиять на разные стороны метаболизма азота, такие как поглощение и восстановление NO_3^- и синтез белка, которые могут быть ответственны, по крайней мере, частично за низкую скорость роста растений в условиях засоления [9].

Целью работы явилось изучение реакций растений вигна (*Vigna unguiculata*) по изменению параметров роста, аккумуляции биомассы, содержания азотистых соединений в условиях засоления и защитное действие в этих процессах одного из распространенных компонентов микрофлоры в ризосфере грибов рода *Trichoderma asperellum*.

Материалы и методы исследования.

Объектом исследования в работе служили корни и надземные части растений вигна (*Vigna unguiculata*) сорта “Ayla” представленных нам научно-исследовательским институтом сельского хозяйства Азербайджанской Республики. Перед посевом семена вигны в течении 15-16 часов замачивали в культуральном растворе *Trichoderma asperellum*. Пятидневные проростки пересаживали в полный питательный раствор Кнопа (1 н, рН 6,0) в 4 вариантах опыта: 1) Контроль (питательный раствор); 2) Контроль + 100 мМ NaCl; 3) Контроль + Триходерма; 4) Контроль +100 мМ NaCl+Триходерма. Пробы растений из всех вариантов брали на анализ через 21 дней в трех биологических повторностях. Изменение морфометрических показателей и накопление биомассы, изменение содержания различных форм азота определяли по общепринятым методами, изложенными ранее [8].

Результаты и их обсуждение

Для понимания механизмов адаптации растений к экстремальным условиям и определения их адаптационных возможностей значительный интерес представляет изучение изменений их морфологических и физиологических свойств в период адаптации к конкретному стрессовому воздействию. Рост и азотный обмен представляет собой наиболее ярко выраженные функции жизнедеятельности растительного организма.

Анализ данных по воздействию хлоридного засоления и триходермы при раздельном и совместном их применении на общее состояние растений, их уровень развития, на ростовые параметры корней и побегов с учетом длины корня, высоты стебля их сырого и сухого веса, полученных нами в настоящем исследовании показал, что рост побега оказался более чувствительным к воздействию при раздельном применении хлорида натрия (68%), чем рост корня (105%). Высота стебля также уменьшилась в варианте отдельного (88%) и совместного применения триходермой с NaCl (79%) по сравнению с контрольными растениями (таб. 1). У опытных растений в варианте с применением NaCl с триходермой, как видно из таб.1. корни при засолении чувствовали себя значительно комфортнее, особенно длина корней заметно (15%) опережали контрольные растения. Корни оставались до конца опыта здоровыми, сильнее разветвленными, чем контрольные превышая их по сухой биомассе. Увеличение накопления сухой биомассы, свидетельствующее об уровне синтетических процессов в

растений является одной из реакций комплекса защитно-приспособительных процессов, активизирующихся в ответ на стрессовые условия и влияния в среде грибов триходерма.

Таблица 1. Влияние *Trichoderma asperellum* на ростовые процессы вигны, в условиях хлоридного засоления (100 mM NaCl) (в расчете на одно растения и в % от контроля)

Варианты опыта		Контроль(К)		K+NaCl		K+Trichoderma (Tr.)		K+ NaCl+ Tr.	
Органы растения		биометрические показатели	% от конт.		% от конт.		% от конт.		% от конт.
Побеги	Длина стебля (мм)	50,5	100	34,2	68	44,3	88	39,8	79
	Сухая биомасса	0,20	100	0,16	80	0,19	95	0,18	90
	Содержание воды (мг)	1,70	100	1,26	74	1,85	109	1,58	93
Корни	Длина корня (мм)	26	100	28	105	25	95	30	115
	Сухая биомасса (мг)	0,072	100	0,078	108	0,083	115	0,091	126
	Содержание воды (мг)	0,60	100	0,48	80	0,73	122	0,62	103
ОКП		0,36	100	0,49	136	0,44	122	0,51	142

Сухой вес корней при засолении увеличивается на 8%, а при воздействии только с триходермой на 15% и в комплексе с NaCl на 26% также наблюдается значительное повышение по сравнению с контрольными растениями. Об этом свидетельствует и показатель ОКП-отношение сухой массы корня к сухой массе побега, характеризующий распределение ассимилятов между надземными и подземными органами растений и их синтетическую активность в процессе оптимального роста и при адаптации к стрессовым воздействиям. Из таблицы видно, что в стрессовых условиях наблюдается значительное повышение данного отношения по сравнению с контрольными растениями, то есть имело место более усиленное накопление корневой системой биомассы по сравнению с надземной частью растения, что является одной из ответных реакций комплекса защитно-приспособительных процессов активизирующих в ответ на стрессовые условия.

Известно, что важнейшую регуляторную роль в жизнедеятельности растений играет водный статус, оценка которого позволяет определить его вклад в ростовые, продукционные и адаптационные процессы при разных взаимодействиях генотип-среда [3]. Наши данные по содержанию воды в органах вигны, подвергнутых одиночному и совместному с NaCl воздействию триходерма показали, что адаптация растений к хлоридному засолению сопровождается некоторым снижением ингибиторного действия

NaCl на водный статус растений (рис.1). И корень, и побег 21-дневного растения в варианте K+100мМ триходерма оказались в более благоприятном состоянии по содержанию воды, чем в варианте только с K+NaCl (больше на 19% и 23%, соответственно), что в свою очередь позитивно отразилось на ростовых процессах, в частности, в случае корня.

Таблица 2. Влияние *Trichoderma asperellum* на распределения различных форм азота в органах вигны, в условиях хлоридного засоления (в мг/г абс. сух. массы)

Формы азота	Варианты				
	Органы	Контроль (К)	K+ <i>Trichoderma</i> (Tr)	K.+ 100мМ NaCl	K+100мМ NaCl+Tr.
Общий	Побеги	27,3	25,0	15,7	13,2
	Корни	27,8	28,0	28,8	32,0
Небелк.	Побеги	6,1	7,2	7,9	9,6
	Корни	7,7	9,8	18,6	17,6
Белковый	Побеги	21,3	18,0	7,7	3,6
	Корни	20,1	20,0	10,2	12,4
Белк./Небелк.	Побеги	3,5	2,5	1,0	0,4
	Корни	2,6	2,0	0,6	0,7
Белк. N в % от контроля	Побеги	100	84,5	36,2	16,9
	Корни	100	99,5	50,8	61,7

Анализ данных по изучению влияния триходермы и хлоридного засоления на содержание и распределение азотистых веществ в растении показал (таб. 2), что содержание общего азота в побегах у 21 дневных растений уменьшалось по мере воздействия хлорида натрия в отдельности и при совместной обработке с триходермой (Контроль+100мМ NaCl + триходерма). Противоположная ситуация видна в корнях, концентрация общего азота постоянно увеличивалась у всех использованных вариантов опыта, особенно при обработке растений с триходермой.

Содержание белкового азота, свидетельствует об эффективности использования азотистых веществ в синтезе белков и являющееся важным показателем активности синтетических процессов в растениях по нашим данным, представленным в таблице. У опытных растений содержание белкового азота снижается как в побегах (86-36-17 мг/г сухой массы), так и в корнях (100-51-62 мг/г сухой массы), во всех вариантах опыта, и, в частности, в вариантах с Конт. +100мМ NaCl+триходерма было значительно выше (9%), по сравнению с корнями растений, испытывающих только хлоридное засоление. Определение содержания небелковых растворимых форм азота выращенных в условиях раздельного и комплексного воздействия засоления и триходермы в течении 21 дней, еще раз подтвердило результаты более эффективного использования азота в синтезе белков в случае совместного воздействия 100 мМ NaCl +триходерма, чем отдельно с NaCl в корнях.

Это также видно в показателях отношения белковый N/ небелковый N, являющийся наиболее убедительным свидетельством биосинтетической активности растений. Судя по этому показателю (табл.2) ассимиляция азота в синтезе белков по

сравнению с контрольными растениями неуклонно падает как в побегах, так и в корнях. У корней опытных растений в варианте только с NaCl, этот показатель по сравнению с контролем составляет (23%), в варианте в совместном применении обоих токсикантов (27%) уменьшается на (4%).

Полученные данные свидетельствуют о том, что в условиях отдельного (100мМ NaCl) и особенно комплексного воздействия триходермы в условиях хлоридного засоления (NaCl+триходерма) корни растений отличаются более повышенным содержанием сухой биомассы белкового азота и белков чем надземные органы опытных растений. Все это свидетельствует о защитном эффекте триходермы на растения и особенно на их корневую систему при воздействии в условиях засоления. Такая стимуляция индивидуальным и комплексным воздействием хлоридного засоления и триходермы ответных ростовых и физиологических реакций растений вигна является реализацией видоспецифичной адаптивной стратегии устойчивости и выживания растений вигна в таких стрессовых условиях среды.

REFERENCES

1. Гадимов А.Г., Ализаде К.С., Рагимова С.Н., Расулова С.М., Активность нитратредуктазы у вигны при хлоридном засолении с участием триходермы и молибдена. Современная наука: актуальные проблемы теории и практики: Серия «Естественные и технические науки». 2022. №7 -2. стр 9 -16.
2. Голованова Т.И., Гаевский Н.А., Валиулина А.Ф., Литовка Ю.А. Влияние спор *Trichoderma Asperellum* и метаболитов *Fusarium Sporotrichioides* на ростовые процессы и фотосинтетический аппарат пшеницы. Микология и Фитопатология, 2020, том 54, № 2, DOI: [10.31857/S0026364820020038](https://doi.org/10.31857/S0026364820020038)
3. Гончарова Э.А., Чесноков Ю.В., Ситников М.Н. Ретроспектива исследований водного статуса культурных растений на базе коллекции генетических ресурсов ВИР. Труды Карельского научного центра РАН. №3.2013. с.10-17.
4. Иванищев В.В, Евграшкина Т.Н, Бойкова О.И., Жуков Н.Н. Засоление почвы и его влияние на растения. Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2020. Вып.3. С. 28-42.
5. Ковда В.А. Проблемы опустынивания и засоления почв аридных регионов мира. М.:Наука, 2008. 415 с.
6. Коломбет Л.В. Грибы рода *Trichoderma* как продуценты биофунгицидов: прошлое настоящее: тез. докл. Современная микология в России. -М., 2002.-229с.
7. Кретович В.Л. Усвоение и метаболизм азота у растений. М.:Наука, 1987. 486 с.
8. Ширвани Т.С., Самедова А. Д., Салаева Х.Л., Пириев И.Т., Аннагиева М.А., Али-Заде В.М. Воздействие различных доз кадмия на ростовые и физиолого- биохимические характеристики растений тыквы. Известия НАНА. биол. Науки, 2010, т. 65, №3-4, pp. 3-11
9. Debouba M., Gouia H., Valadier M.H., Ghorbel M.H., Suzuki A. Salinity-induced tissue-specific diurnal changes in nitrogen assimilatory enzymes in tomato seedlings grown under high or low nitrate medium. Plant Physiology and Biochemistry, 2006, vol.44, DOI: [10.1016/j.plaphy.2006.06.017](https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2006.06.017)
10. Hincal S., Yalcin M. Biological control of some wood-decay fungi with antagonistic fungi. Biodegradation. 2023 Jul 12.doi: 10.1007/s10532-023-10045-2.

11. Lambers H., Mougél Ch., Jaillard B., Hinsinger Ph. Plant-microbe-soil interactions in the rhizosphere: evolutionary perspective. *Plant and soil*. 2009. 321(1): 83-115. DOI: 10.1007/s11104-009-0042-x
12. Schuster A., Schmoll M. Biology and biotechnology of *Trichoderma*. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2010 Jul;87(3):787-99.doi:10.1007/s00253-010-2632-1.
13. Verma R., Dutta A., Choudhary A.K., Maurya S. *Trichoderma asperellum*, a potential fungal biocontrol agent against *Aspergillus niger*. *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology*, 2017, vol. 8, Issue 4, pp. 74-78