

ВЛИЯНИЕ ЭНДОФИТНЫХ ШТАММОВ *Bacillus subtilis* НА МИКОРИЗАЦИЮ КОРНЕЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ СОЛЕВОМ СТРЕССЕ

© 2024 г. З. М. Курамшина^{1,*}, Р. М. Хайруллин², А. А. Ямалеева³

¹Стерлитамакский филиал Уфимского университета науки и технологий,
453103 Стерлитамак, пр. Ленина, 49, Россия

²Институт биохимии и генетики Уфимского федерального исследовательского центра
Российской академии наук
454054 Уфа, проспект Октября, 71, Россия

³Уфимский университет науки и технологий,
450076, г. Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32, Россия

*E-mail: kuramshina_zilya@mail.ru

Исследовали влияние инокуляции семян растений пшеницы клетками 2-х эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* на формирование эндомикоризы в корнях в условиях солевого стресса. Установлено, что показатели микоризации корней растений уменьшались, как при солевом стрессе в почве, так и при обработке семян эндофитными бактериями. В то же время в условиях солевого стресса у растений, инокулированных *B. subtilis*, обнаружено увеличение показателей микоризации. Выявлено, что бактерии *B. subtilis* снижали у растений стресс, возникший в результате засоления почвы. Полученные результаты показали возможный характер одновременного взаимоотношения растений с представителями двух царств – бактерий и грибов. Вероятно, в условиях стрессового действия на растение-хозяина всем 3-м участникам симбиотической системы выгоднее выживать вместе, сохраняя репродуктивный потенциал для следующих поколений.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., засоленность почвы, эндофитные бактерии *Bacillus subtilis*, везикулярно-арбускулярная микориза, взаимоотношения.

DOI: 10.31857/S0002188124010103

ВВЕДЕНИЕ

Засоленность почвы является одним из жестких факторов, который ведет к большим экономическим потерям и угрожает продовольственной безопасности во всем мире, поскольку сокращает пригодные для выращивания большинства сельскохозяйственных культур площади пахотных земель [1]. Засоление почвы является глобальной проблемой, по данным ФАО, примерно 7% мировых сельскохозяйственных угодий подвержены засолению, и их доля постоянно увеличивается [2]. Причинами засоления могут быть как глобальное изменение климата, так и неправильное использование агротехники, усиленное и неконтролируемое орошение и чрезмерное использование химических удобрений [1, 2]. Высокая засоленность в основном связана с высокими концентрациями Na^+ и Cl^- в почве, которые образуют гиперосмотические и гипертонические растворы, препятствующие поглощению растениями воды и питательных веществ [2]. Солевой стресс нарушает биохимические и физиологические процессы в растениях и может вызывать

ионный и/или осмотический стресс. На клеточном уровне он вызывает метаболическую токсичность, влияет на фотосинтез, приводит к продукции активных форм кислорода (АФК), вызывает разрушение мембран и даже запрограммированную гибель клеток [1, 2]. На уровне растений эффекты становятся видимыми со временем (от нескольких суток до месяцев) из-за ограниченной способности клеток накапливать ионы. Также обнаруживаются некоторые физиологические изменения, такие как тяжелые некротические поражения листьев, снижение роста, уменьшение количества листьев и нарушение репродукции растений [1, 2].

Физиологические и биохимические изменения растений при стрессе анализируют детально, однако на реакцию симбиотически связанных с растениями организмов, в частности, эндомикоризных грибов обращают меньше внимания. Эти грибы участвуют в мутуалистических ассоциациях с корнями сосудистых растений, обеспечивая растение водой и питательными веществами, получая взамен углеводы [3]. Считается, что реакция

микоризных грибов на стресс может также влиять на растения-партнеры, и стрессоустойчивость грибов может снижать стресс растений [3]. Из-за своей неподвижности при постоянном стрессе окружающей среды растения не только развивают свои адаптивные механизмы, но и совместно с почвенными микроорганизмами вырабатывают сложные механизмы сопротивления стрессу [4].

В связи с активным применением в агрохимической практике препаратов на основе эндофитных бактерий, малоизученными остаются тройственные симбиозы, которые могут формировать растительные организмы, эндофитные бактерии и микоризообразующие грибы. Некоторые эндофитные штаммы бактерий активно используют в качестве основной части препаратов для защиты растений от фитопатогенов, например, *Bacillus subtilis* 26Д – основа биофунгицида “Фитоспорин” [5]. Эти штаммы подавляют рост и развитие грибов, и такой же антогонизм они могут проявлять в отношении к грибным микроорганизмам, формирующим везикулярно-арбускулярную микоризу (ВАМ), однако в условиях стресса характер таких отношений может меняться [6–9]. В связи с этим цель работы – изучение влияния инокуляции семян яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) эндофитными антагонистическими штаммами бактерий *B. subtilis* на микоризацию корней растений в условиях солевого стресса.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования служили растения мягкой яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Омская-35. Посев производили калиброванными с помощью сита семенами одинакового размера. Семена обрабатывали суспензией спор (10^6 клеток/мл) эндофитных штаммов бактерий *B. subtilis* 26Д (коллекция ВНИИСХМ, № 128), *B. subtilis* 11ВМ (ВНИИСХМ, № 519) из расчета 20 л суспензии/семян. Растения выращивали в почве (выщелоченный чернозем), отобранной с поля, на котором выращивали яровую пшеницу. Для этого 1 кг воздушно-сухой почвы предварительно освобождали от пожнивных остатков и помещали в пластиковый контейнер.

Солевой стресс имитировали однократным поливом почвы раствором NaCl в концентрациях 3, 4, 5, 6 г/кг почвы после посева семян растений. Контрольные растения поливали дистиллированной водой. Через 60 сут растения извлекали из земли, не повреждая корней и листьев, промывали в проточной воде, подсушивали на фильтровальной бумаге и определяли морфометрические показатели. Корни затем отделяли и проводили количественный учет ВАМ по методу Травло [10]. Для этого корни освещали в растворе

10%-ного КОН, затем промывали 2%-ным раствором HCl и окрашивали трепановым синим. При определении степени колонизации микоризы использовали стандартную технику световой микроскопии окрашенных корней.

Повторность опыта трехкратная. Представленные средние значения и их стандартные отклонения. Статистическую обработку данных проводили стандартными методами с использованием Microsoft Office Excel. Для оценки значимости различий средних значений применяли *t*-критерий Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Корни контрольных растений пшеницы, выросших в отсутствие стресса из семян, неинокулированных эндофитными штаммами бацилл, характеризовались высокой частотой встречаемости микоризы – >84,2% (табл. 1).

Обработка семян спорами обоих штаммов эндофитных бактерий снижала частоту микоризации корней пшеницы в среднем на 28,8%, что соответствовало полученным нами ранее данным [6–8, 11]. Эндофитные штаммы бактерий *B. subtilis* 26Д и 11ВМ обладают антагонистической активностью к различным видам фитопатогенных грибов [12], с чем, вероятно, и связано их действие по отношению к ВАМ.

При выращивании растений пшеницы в почве с NaCl происходило угнетение развития микоризы в корневой системе растений. При внесении в почву NaCl в концентрации 3, 4, 5, 6 г/кг частота микоризации уменьшалась у неинокулированных бактериями растений на 18,7, 36,0%, в 2,6 и 5 раз соответственно. Плохое развитие микоризных грибов при росте растений на засоленных почвах связано, по мнению ряда авторов, с токсическим воздействием соли на развитие арбускулярных грибов [3, 13, 14]. Клетки ВАМ, так же как и растительные, при солевом стрессе испытывают осмотический стресс, нехватку питательных веществ и/или окислительный стресс [3].

У инокулированных бактериями растений частота микоризации также уменьшалась, но была больше, чем у неинокулированных при тех же концентрациях NaCl на 10, 7, 25, 25% соответственно.

Наличие соли в почве приводило к уменьшению и других показателей микоризации корней (интенсивности микоризации, обилия арбускул) в сравнении с контрольными растениями, выросшими без соли и необработанными эндофитными бактериями. Инокуляция семян эндофитными штаммами бактерий вызывала у растений, растущих в почве без соли, аналогично действию солевого стресса, снижение других показателей микоризации

Таблица 1. Влияние засоления почвы на показатели микоризации корней растений пшеницы сорта Омская 35, обработанных эндофитными бактериями

Вариант	NaCl, г/кг почвы				
	0	3	4	5	6
Частота микоризации в корневой системе *, F%					
Без обработки	84.2 ± 2.7	68.4 ± 3.5	53.8 ± 2.5	31.6 ± 1.0	16.3 ± 1.8
<i>B. subtilis</i> 26Д	60 ± 2*	73.7 ± 2.9	57.9 ± 3.8	39.1 ± 2.6*	20.0 ± 1.6
<i>B. subtilis</i> 11 ВМ	59.8 ± 2.1*	71.2 ± 3.0	58.4 ± 3.7	38.5 ± 2.0*	21.9 ± 1.2*
Интенсивность колонизации микоризы в корневой системе *, M%					
Без обработки	3.6 ± 0.9	2.0 ± 0.5	0.54 ± 0.03	0.32 ± 0.07	0.14 ± 0.01
<i>B. subtilis</i> 26Д	2.2 ± 0.7	2.7 ± 0.3	1.0 ± 0.03	0.8 ± 0.06	0.25 ± 0.02
<i>B. subtilis</i> 11 ВМ	2.1 ± 0.3	2.5 ± 0.2	0.99 ± 0.04	0.79 ± 0.05	0.24 ± 0.02
Интенсивность колонизации микоризы в корневом фрагменте *, m%					
Без обработки	3.9 ± 0.9	2.9 ± 0.5	1.7 ± 0.03	1.2 ± 0.07	0.9 ± 0.01
<i>B. subtilis</i> 26Д	3.2 ± 0.7	3.7 ± 0.3	2.0 ± 0.2	1.5 ± 0.06	1.3 ± 0.02
<i>B. subtilis</i> 11 ВМ	3.0 ± 0.3	3.5 ± 0.2	2.1 ± 0.1	1.3 ± 0.05	1.3 ± 0.01
Изобилие арбускул в корневой системе *, A%					
Контроль	21.1 ± 1.1	11.9 ± 0.9	7.8 ± 0.2	5.4 ± 0.3	1.0 ± 0.1
<i>B. subtilis</i> 26Д	15.9 ± 0.8	14.9 ± 0.9	9.8 ± 0.3	7.3 ± 0.2	3.1 ± 0.1
<i>B. subtilis</i> 11 ВМ	16.0 ± 1.0	15.0 ± 0.7	9.5 ± 0.4	6.6 ± 0.1	2.8 ± 0.1
Изобилие арбускул в микоризованной части корневого фрагмента *, a%					
Без обработки	3.1 ± 0.3	2.4 ± 0.02	1.6 ± 0.1	0.9 ± 0.01	0.3 ± 0.01
<i>B. subtilis</i> 26Д	2.7 ± 0.2	2.6 ± 0.2	1.9 ± 0.1	1.1 ± 0.1	0.5 ± 0.01
<i>B. subtilis</i> 11 ВМ	2.5 ± 0.2	2.4 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.0 ± 0.1	0.3 ± 0.01

* Различия между показателями обработанных и необработанных бактериями растений при разной степени засоленности почвы достоверны при $p \leq 0.05$. То же в табл. 2.

в сравнении с неинокулированными растениями. В условиях засоления почвы показатели микоризации растений (интенсивность микоризации, обилие арбускул), инокулированных бактериями, были, как и показатели частоты микоризации,

больше, чем у неинокулированных при тех же концентрациях NaCl.

Подтверждением влияния солевого стресса на физиологические процессы растений пшеницы является анализ биомассы растений. Масса побегов при

Таблица 2. Влияние обработки семян бактериями на сырую массу надземной части (мг) 30-суточных растений пшеницы сорта Омская 35 при разной концентрации хлорида натрия в почве

Концентрация NaCl, г/кг почвы	Контроль	<i>B. subtilis</i> 26Д	<i>B. subtilis</i> 11 ВМ
0	22.5 ± 0.9	26.9 ± 1.0*	33.1 ± 1.1*
3	21.1 ± 0.7	23.7 ± 0.7*	20.8 ± 0.9
4	18.4 ± 0.9	21.8 ± 0.8*	18.6 ± 0.7
5	18.0 ± 0.5	20.4 ± 0.7*	18.2 ± 0.6
6	17.0 ± 0.8	18.0 ± 0.9	17.3 ± 0.8

концентрации NaCl 3, 4, 5, 6 г/кг уменьшалась соответственно на 6.2, 18.2, 20, 24.4% в сравнении с растениями, растущими в почве без соли (табл. 2).

Обработка семян пшеницы эндофитными штаммами бацилл достоверно увеличивала сырую массу побегов в отсутствие солевого стресса. Инокуляция семян бактериями не позволила предотвратить отрицательное влияние засоленности почвы на биомассу растений. В то же время масса побегов пшеницы, инокулированных бактериями и растущих в условиях засоленности почвы, в сравнении с неинокулированными растениями, растущими в тех же условиях, была достоверно больше. Защитные действия штамма *B. subtilis* 11ВМ на рост растений по сравнению со штаммом *B. subtilis* 26Д в условиях действия соли были выражены сильнее.

По литературным данным, засоленность почвы негативно сказывается как на растениях, так и на развитии ВАМ и соответственно на колонизации корневой системы растений эндомикоризными грибами [13, 14]. Полученные в модельной системе наши данные подтверждали эти сведения. Практически все показатели микоризации корней были меньше при выращивании растений в засоленной почве. Однако по данным литературы, несмотря на то что прорастание спор при засолении почв снижалось, видовое богатство микоризных грибов и концентрация их спор в почве в условиях засоленности могли и не уменьшаться [15]. В условиях солевого стресса инокуляция семян эндофитными штаммами бактерий *B. subtilis* не только не проявляли антагонистического эффекта, а наоборот, наблюдали обратный эффект “восстановления” показателей микоризации до величин, полученных при анализе корней растений, неинокулированных эндофитами и растущих в почве без соли. Характер такого влияния эндофитных бактерий на взаимоотношения пшеницы с микоризными грибами в условиях солевого стресса можно объяснить протекторными свойствами исследованных штаммов бацилл по отношению к растениям при действии стресс-факторов [16]. Согласно нашим исследованиям и данным литературы, эндофитные бактерии могут повышать солеустойчивость растений, вызывая у них физиологические и биохимические приспособления [15, 17]. PGPB-бактерии способны в условиях солевого стресса повышать активность деления клеток в корнях и увеличивать количество корневых волосков [15–18]. Низкомолекулярные органические кислоты и сидерофоры, выделяемые PGPB, могут разлагать нерастворимые минералы посредством комплексообразования, ионного обмена и подкисления, тем самым повышая доступность питательных веществ в почве, снижая pH и облегчая Na^+ -стресс у растений пшеницы [15, 17, 18]. Инокуляция PGPB в условиях солевого стресса повышает эффективность

поглощения растениями селективных ионов, уменьшения накопления ионов Na^+ и Cl^- и регулирует баланс макро- и микроэлементов в растениях и почвах [15, 17]. Все это в дальнейшем приводит к усилению поглощения воды и питательных веществ корнями растений, особенно из более глубоких слоев почвы. Вероятно, благодаря увеличению поступления воды в корни растений, предобработанных бактериями, микориза способна хорошо развиваться, что в целом положительно сказывается на росте различных органов растений.

Накопленные растением вещества благодаря “микоризному” поглощению поддерживают низкий осмотический потенциал, что позволяет им использовать воду более эффективно [19]. Кроме того, у растений с более высокими показателями микоризации проявляется и более высокая активность антиоксидантных ферментов, отмечено большее содержание пролина, что было продемонстрировано и описано также в наших работах [16, 17].

Инокуляция семян эндофитными штаммами *B. subtilis* 26Д и 11 ВМ, вероятно, улучшала питание растений при солевом стрессе не только за счет собственных механизмов, но и за счет функционирования микоризного симбиоза. В то же время, можно было наблюдать эффект “гашения” эндофитными бактериями указанных защитных реакций, “открывавших” путь микоризным грибам, которые по нашим сведениям и данным литературы [20–22], в ходе прорастания семян проникают внутрь растительных тканей позже, чем бактериальные клетки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлено, что показатели микоризации корней растений уменьшались как при засолении почвы, так и при обработке семян эндофитными бактериями. В условиях солевого стресса у растений, инокулированных эндофитными представителями *B. subtilis*, обнаружено увеличение показателей микоризации. В некоторых случаях показатели микоризации у таких растений были не только близки к показателям контрольных растений, растущих без обработки семян и без солевого стресса, но даже превышали их.

Вероятно, в условиях стрессового действия на растение-хозяина всем трем участникам симбиотической системы выгоднее выживать вместе, сохраняя репродуктивный потенциал для следующих поколений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lungoci C., Motrescu I., Filipov F., Rimbu C.M., Jitareanu C.D., Ghita C.S., Puiu I., Robu T. Salinity stress influences the main biochemical parameters of

- Nepeta racemosa* Lam. // *Plants*. 2023. V. 12. № 583. P. 1–15. <https://doi.org/10.3390/plants12030583>
2. Truşcă M., Gâdea Ş., Vidican R., Stoian V., Vâtcă A., Balint C., Stoian V.A., Horvat M., Vâtcă S. Exploring the research challenges and perspectives in ecophysiology of plants affected by salinity stress // *Agriculture*. 2023. V. 13(3). № 734. P. 1–19. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030734>
3. Branco S., Schauster A., Liao H.-L., Ruytinx J. Mechanisms of stress tolerance and their effects on the ecology and evolution of mycorrhizal fungi // *New Phytol.* 2022. V. 235. P. 2158–2175. <https://doi.org/10.1111/nph.18308>
4. Ren C.-G., Kong C.-C., Liu Z.-Y., Zhong Z.-H., Yang J.-C., Wang X.-L., Qin S.A. Perspective on developing a plant ‘holobiont’ for future saline agriculture // *Front. Microbiol.* 2022. V. 13. 763014. P. 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.763014>
5. Devi N.O., Tombisana Devi R.K., Debbarma M., Hajong M., Thokchom S. Effect of endophytic *Bacillus* and arbuscular mycorrhiza fungi (AMF) against *Fusarium* wilt of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* // *Egypt. J. Biol. Pest. Control.* 2022. V. 32. № 1. P. 1–14. <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00499-y>
6. Курамшина З.М., Хайруллин Р.М., Сатарова Л.Р. Влияние эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* на микоризацию корней злаков при имитации почвенной засухи // *Агрохимия*. 2015. № 5. С. 69–73.
7. Курамшина З.М., Хайруллин Л.Р. Сатарова Л.Р. Влияние эндофитного штамма *Bacillus subtilis* на микоризацию растений при засухе // *Изв. Уфим. НЦ РАН*. 2015. № 4–1. С. 86–88.
8. Kuramshina Z.M., Smirnova Y.V., Khairullin R.M. Influence of *Bacillus subtilis* and cadmium on the mycorrhization of wheat plants // *Inter. Res. J.* 2022. № 4–2(118). P. 103–106. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.118.4.090>
9. Chen Q., Deng X., Elzenga J.T.M., van Elsas J.D. Effect of soil bacteriomes on mycorrhizal colonization by *Rhizophagus irregularis* – kinteractive effects on maize (*Zea mays* L.) growth under salt stress // *Biol. Fertil. Soils*. 2022. V. 58. P. 515–525. <https://doi.org/10.1007/s00374-022-01636-x>
10. Trouvelot A., Kough C., Gianinazzi-Pearson V. Mesure du taux de mycorrhization VA d’un système racinaire. Recherche de méthodes d’estimation ayant une signification fonctionnelle // *Physiological and genetical aspects of mycorrhizae* / Eds. V. Gianinazzi-Pearson, S. Gianinazz. Paris: INRA Press, 1986. P. 217–221.
11. Курамшина З.М., Хайруллин Р.М., Андреева Ю.В. Влияние протравителей семян на микоризацию корней культурных растений // *Агрохимия*. 2014. № 1. С. 71–74.
12. Хайруллин Р.М., Минина Т.С., Иргалина Р.Ш., Загребин И.А., Уразбахтина Н.А. Эффективность новых эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* в повышении устойчивости пшеницы к болезням // *Вестн. Оренбург. Гос. ун-та*. 2009. № 2. С. 133–137.
13. Alkobaisy J.S. Factors affecting mycorrhizal activity // *Arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture – new insights* / Ed. Nogueira de Sousa R. 2023. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.104271>
14. Delvian Rambey R. Effect of salinity on spore germination, hyphal length and root colonization of the arbuscular mycorrhizal fungi // *IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing Ltd, 2019. 260 012124. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/260/1/012124>
15. Ji C., Chen Z., Kong X., Xin Z., Sun F., Xing J., Li C., Li K., Liang Z., Cao H. Biocontrol and plant growth promotion by combined *Bacillus* spp. inoculation affecting pathogen and AMF communities in the wheat rhizosphere at low salt stress conditions // *Front. Plant Sci.* 2022. V. 13. 1043171. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1043171>
16. Kuramshina Z.M., Khairullin R.M. Endophytic strains of *Bacillus subtilis* promote drought resistance of plants // *Rus. J. Plant Physiol.* 2023. V. 70. № 3. P. 259. <https://doi.org/10.31857/s0015330322600760>
17. Kuramshina Z.M., Khairullin R.M. Improving salt stress tolerance of *Triticum aestivum* L. with endophytic strains of *Bacillus subtilis* // *Rus. J. Plant Physiol.* 2023. V. 70. P. 293. <https://doi.org/10.31857/S001533032260070X>
18. Ramakrishna W., Yadav R., Li K. Plant growth promoting bacteria in agriculture: Two sides of a coin // *Appl. Soil Ecol.* 2019. V. 138. P. 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.02.019>
19. Yooyongwech S., Tisarum R., Samphumphuang T., Phisalaphong M., Cha-um S. Integrated strength of osmotic potential and phosphorus to achieve grain yield of rice under water deficit by arbuscular mycorrhiza fungi // *Sci. Rep.* 2023. V. 13. 5999. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33304-x>
20. Проворов Н.А. Растительно-микробные симбиозы как эволюционный континуум // *Журн. общ. биол.* 2009. Т. 70. № 1. С. 10–34.
21. Егоршина А.А., Хайруллин Р.М., Лукьянцев М.А., Курамшина З.М., Смирнова Ю.В. Фосфатмобилизирующая активность эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* и их влияние на степень микоризации корней пшеницы // *Журн. Сибир. фед. ун-та. Сер. Биол.* 2011. Т. 4. № 2. С. 172–182.
22. Prisa D. Mycorrhizal symbioses and plant interactions // *Karbala Inter. J. Modern Sci.* 2023. V. 9. P. 194–207.

Effect of Endophytic Strains of *Bacillus subtilis* on Mycorrhization of Wheat Roots under Salt Stress

Z. M. Kuramshina^{a,#}, R. M. Khairullin^b, A. A. Yamaleeva^c

^a*Sterlitamak Branch of Ufa University of Science and Technology,
prosp. Lenina 49, Sterlitamak 453103, Russia*

^b*Institute of Biochemistry and Genetics of the Ufa Federal Research Center of the RAS,
prosp. Oktyabrya 71, Ufa 454054, Russia*

^c*Ufa University of Science and Technology,
ul. Zaki Validi 32, Ufa 450076, Russia*

[#]*E-mail: kuramshina_zilya@mail.ru*

The effect of inoculation of wheat plant seeds by cells of 2 endophytic strains of *Bacillus subtilis* on the formation of endomycorrhiza in the roots under salt stress was studied. It was found that the indicators of mycorrhization of plant roots decreased both during salt stress in the soil and during seed treatment with endophytic bacteria. At the same time, under conditions of salt stress, an increase in mycorrhization rates was found in plants inoculated with *B. subtilis*. It was revealed that *B. subtilis* bacteria reduced stress in plants resulting from soil salinization. The obtained results showed the possible nature of the simultaneous relationship of plants with representatives of two kingdoms – bacteria and fungi. Probably, under conditions of stress action on the host plants, it is more profitable for all 3 participants of the symbiotic system to survive together, preserving the reproductive potential for the next generations.

Keywords: *Triticum aestivum* L., soil salinity, endophytic bacteria *Bacillus subtilis*, vesicular-arbuscular mycorrhiza, loan relations.