

## БИОЛОГИЯ ПОЧВ

ГРНТИ 68.05.34.27.19

М.А. Ибраева<sup>1</sup>, Д.Е. Шаухарова<sup>2</sup>, М. Джуманова<sup>2</sup>

## ВЛИЯНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ

<sup>1</sup>Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова, 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75 В, Казахстан, e-mail: [ibraevamar@mail.ru](mailto:ibraevamar@mail.ru)

<sup>2</sup>Казахский Национальный аграрный университет, 050010, г. Алматы, пр. Абая 8

*Аннотация.* Статья посвящена определению порога токсичности соды и суммы солей на разные группы микроорганизмов. В результате исследований установлено, что микрофлора почв более устойчива к действию соды, чем высшие растения. Однако при повышении концентрации соды, свыше 0,05 % снижается численность аммонификаторов, азотфиксаторов и нитрификаторов. Это может отрицательно сказаться на азотном режиме почв. Также выяснено, что со снижением суммы солей численность микроорганизмов повышается. Развитие микроскопических грибов подвержено той же закономерности, но в варианте с сильнозасоленной почвой они еще продолжают расти. Увеличение концентрации солей на их численность значительного действия не оказывает. Денитрифицирующие бактерии так же, как и микроскопические грибы, не реагируют на повышение концентрации солей. Увеличение засоления почв ингибирует рост азотфиксаторов и сульфатредуцирующих бактерий.

Ключевые слова: засоление почв, сумма солей, микрофлора почв, аммонификаторы, азотфиксирующие бактерии, микроскопические грибы.

## ВВЕДЕНИЕ

Биологическая активность почвы, совокупность биологических процессов, протекающих в ней, способность всех живых организмов почвы осуществлять процессы разложения и синтеза веществ определяется количественным и качественным составом почвенных организмов (бактерий, актиномицетов, дрожжей, простейших, водорослей, червей и др.) и является наиболее существенным показателем почвенного плодородия. Верхняя часть профиля почвы, в котором наиболее интенсивно протекают микробиологические процессы, составляет ее биологически активный слой, а состав и численность микрофлоры, ее функциональная активность являются одной из важнейших составляющих биологической активности почвы.

Микроорганизмы, обладая высокой биологической активностью, участвуют в разложении больших количеств органических остатков, минеральных веществ и образовании нового органического вещества — гумуса почвы.

Как правило, на засоленных почвах биологические процессы протекают менее интенсивно, чем на незасоленных. Неблагоприятные климатические условия, такие как высокие летние температуры, низкая относительная влажность воздуха, высокая испаряемость влаги из почвы, низкое содержание органических веществ и процессы засоления являются причиной слабой биологической активности почв [1, 2].

Наивысшая биологическая активность почвы характерна для незасоленных и слабозасоленных староорошаемых лугово-аллювиальных почв. В солончаке в связи с высоким содержанием токсичных солей выявлена очень слабая биологическая активность [3].

Несмотря на негативное влияние засоления, в почвах с высоким уровнем засоления и техногенной нагрузкой формируется уникальная микрофлора, способная выживать в экстремальных условиях среды. В связи с этим, особый интерес представляют микроорганизмы, адаптированные к выживанию в

условиях повышенной минерализации. В последние десятилетия интенсивное исследование микрофлоры экосистем с высоким засолением среды позволило выделить и охарактеризовать галофильные и галотолерантные микроорганизмы. Они способны к активной жизнедеятельности в широком диапазоне концентраций солей и обнаруживаются в различных биотопах и антропогенных экосистемах с повышенным уровнем минерализации [4,5].

В почвах с низким уровнем влаги засоление ингибирует метаболические процессы, влияет на поступление элементов питания и осмотический баланс, что приводит к ухудшению роста и развития растений [6]. В наших исследованиях мы попытались найти порог токсичности влияния солей на некоторые группы микроорганизмов.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Изучение численности и состава почвенных микроорганизмов проводилось по общепринятой методике на твердых и жидких питательных средах. Применялись следующие плотные питательные среды: мясо - пептонный агар (МПА) - для учета численности и состава аммонификаторов, усваивающих органические формы азота (из десяти тысячного разведения). Численность нитрифицирующих бактерий определялась методом предельных разведений на жидкой среде Виноградского [7], денитрификаторов - на среде Гильтая [8], азотфиксаторов на глюкозо-автолизатной среде [9], сульфатредуцирующих бактерий - на среде Штурм [10]. Для вычисления количества микроорганизмов пользовались таблицей Мак-Креди. Для выяснения влияния различных концентраций соды на численность микроорганизмов нами был поставлен опыт. К исходным питательным средам добавляли  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  разных концентраций (от 0,05 % до 5 %), а контролем служила численность микроорганизмов на средах без соды. Для анали-

за был взят образец такыровидной сильнозасоленной почвы (со слоя 0-10 см).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате засоления создаются неблагоприятные условия для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, что в конечном итоге негативно влияет и на биологическую активность почв. Засоленность почв вообще и наличие соды в частности, оказывает депрессирующее влияние на жизнедеятельность микрофлоры.

Проведенные нами исследования (таблица 1), показывают, что основные группы микрофлоры почв устойчивы к действию соды. Однако, при повышении ее рост всех испытуемых микроорганизмов не обнаруживается. Следует отметить, что такая ингибирующая доза соды (1 %) является гораздо более высокой по сравнению с токсичностью ее для растений (0,01-0,05 %).

Наименее устойчивыми к действию соды оказались азотфиксирующие и нитрифицирующие бактерии. При содержании в среде соды больше 0,05 % они не развиваются. Резко подавляются бактерии, растущие на МПА и КАА при концентрации  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  свыше 0,1 %, а полное торможение их жизнедеятельности наступает при содержании соды более 0,5 %. Следует отметить, что споры бактерий довольно устойчивы к действию соды.

Их численность снизилась при содержании соды 0,5 %, лишь в 1,5 раза, при 1 % соды они, так же, как и другие формы бактерий угнетались. На денитрификаторов сода оказывает влияние при концентрации выше 0,1 %, развитие денитрифицирующих бактерий тормозится при 0,5 %.

Маслянокислые бактерии способны переносить 0,5 % соды. Вместе с тем наличие даже 0,05 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  снижает их численность вдвое. Численность сульфатредуцирующих бактерий в период отбора почвенных образцов была невысокой. Их развитие прекратилось при

0,5 % соды. Численность микроскопических грибов, также как и аммонифицирующих бактерии, убывает с возрастанием дозы  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , а при 1 % соды находится в неактивном состоянии.

Следовательно, микрофлора по сравнению с высшими растениями способна переносить более высокие концентрации соды, и она остается активной, участвуя в переработке органических и минеральных веществ.

Таблица 1 - Влияние соды на численность микроорганизмов в такыровидных почвах рисовых полей Акдалинского массива орошения

Содержание $\text{Na}_2\text{CO}_3$ в питательных средах, %	Микроорганизмы								
	Млн КОЕ/г почвы			тыс. КОЕ/ г почвы					
	Бактерии, растущие на МПА	Бактерии, растущие на КАА	Спорообразующие формы бактерий	Свободноживущие азотфиксирующие бактерии	Нитрифицирующие бактерии	Денитрифицирующие бактерии	Маслянокислые бактерии	Сульфатредуцирующие бактерии	Микроскопические грибы
0	4,6	4,2	1,2	1,4	0,8	30,9	8,7	0,3	0,8
0,05	4,0	3,8	1,1	0,3	0,01	30,9	3,1	0,03	0,3
0,1	1,2	2,0	1,0	0	0	30,9	3,1	0,02	0,2
0,2	0,4	0,6	0,8	0	0	8,7	0,7	0,01	0,1
0,5	0,01	0,01	0,8	0	0	0	0,7	0	0,1
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таким образом, мы определили влияние соды на некоторые группы микроорганизмов. Теперь попытаемся выявить связь между действием естественного комплекса солей почвы и численностью микроорганизмов. Для этого был поставлен опыт в различ-

ных вариантах с водной вытяжкой и во всех них определен состав водной вытяжки и рассчитана сумма солей.

Согласно приведенным данным, при разбавлении водной вытяжки сумма солей снижается (таблица 2).

Таблица 2 - Химический состав водной вытяжки слабо-солонцевато-солончаковой почвы, мг/экв

Варианты	$\text{HCO}_3$	Cl	$\text{SO}_4$	Ca	Mg	K+Na	Сумма солей, %
0,03	0,16	1,7	0,20	1,2	3,3	7,0	0,798
0,1	0,20	3,0	0,44	1,0	3,5	6,9	1,163
0,3	0,20	3,8	1,24	1,8	6,5	8,6	1,166
1,0 (водная вытяжка)	0,85		11,9	12	24	2,5	1,524
3,0 (упаривание)	1,33		29,6	62	13	5,5	4,084

Развитие микроорганизмов, выращиваемых на питательных средах, протекает по-разному в зависимости от различных концентрации естественного комплекса солей в последних (рисунки 1- 3).

Аммонифицирующие микроорганизмы активно участвуют в разложении органических веществ. Вследствие этого образующиеся формы азота способствуют созданию благоприятных условий в питательном режиме сель-

скохозяйственных культур. Как показывают данные рисунка 1, при разбавлении водной вытяжки со снижением суммы солей численность микроорганизмов повышается. Аммонификаторов в варианте 1,0 с суммой солей 1,524 % (водная вытяжка) содержалось 2,3 млн на грамм почвы, а при разбавлении их количество увеличилось и достигло максимума в варианте 0,03 с суммой солей 0,798 % - 6,5 млн/г почвы.



Рисунок 1 - Численность микроорганизмов в опыте с естественным комплексом солей

Развитие микроскопических грибов (рисунок 2) подвержено той же закономерности, но в варианте 3,0 при упаривании они еще продолжают расти. Численность их в варианте 1,0 и 3,0 одинаково, то есть увеличение концентрации на них значительного действия не оказывает. На других питательных средах развитие испытуемых групп микроорганизмов приостанавливается. Так, например, численность азотфиксаторов в варианте, содержащем 4,084 % солей, уменьшалась в 9 раз, сульфатредуцирующих - более чем в 17,9 раз!

Часть аммиачного азота, освобожденного в результате процесса аммо-

нификации, в благоприятных условиях окисляется в нитраты. В этой форме азот используется большинством высших растений. Проводились исследования и по вопросу влияния различных солей на нитрификацию.

Лабораторные опыты показали, что комбинация солей с NaCl и Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ингибировала процесс нитрификации, а карбонаты в большинстве случаев его стимулировали. Это подтверждается и нашими данными (рисунок 3). В наших опытах обнаружено незначительное количество этих бактерий при слабом засолении, с повышением суммы солей они исчезают.

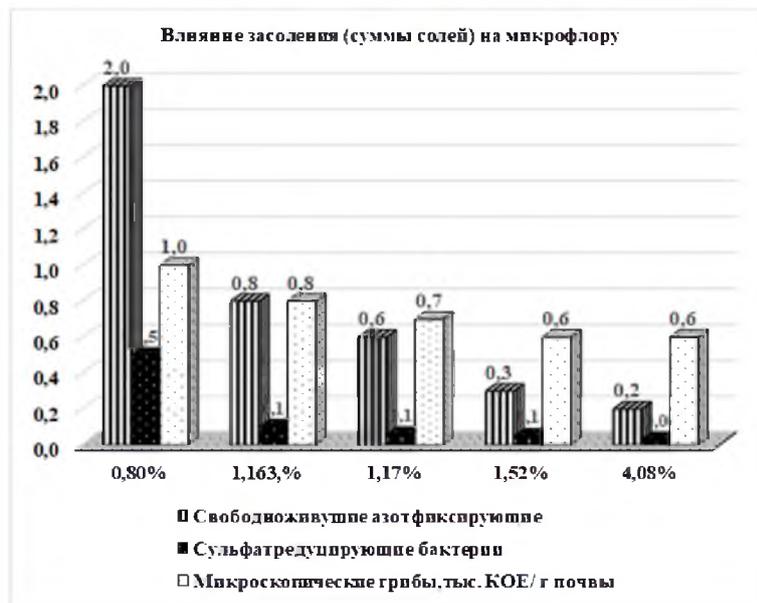


Рисунок 2 - Численность микроорганизмов в опыте с естественным комплексом солей

Одна из основных причин денитрификации кроется в деятельности микроорганизмов. В.Н. Шапошников [11] считает, что с позиции физиологии микроорганизмов этот процесс должен рассматриваться как своеобразное приспособление некоторых бактерий к окислению органических веществ с сопряженным с ним восстановлением

нитратов или нитритов. Скорость денитрификации зависит от количественного и качественного состава органического вещества.

Полученные нами результаты показали, что денитрифицирующие бактерии так же, как и микроскопические грибы, не реагируют на повышение концентрации солей.



Рисунок 3 - Численность микроорганизмов в опыте с естественным комплексом солей

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, микрофлора почв более устойчива к действию соды, чем высшие растения. Однако при повышении концентрации соды, свыше 0,05 % снижается численность аммонификаторов, азотфиксаторов и нитрификаторов. Это может отрицательно сказаться на азотном режиме почв.

Со снижением суммы солей численность почвенной микрофлоры повышается. Развитие микроскопических грибов

подвержено той же закономерности, но в варианте с суммой солей 4,084 % они еще продолжают расти. Увеличение концентрации солей на их численность значительного действия не оказывает.

Денитрифицирующие бактерии так же, как и микроскопические грибы, не реагируют на повышение концентрации солей.

Увеличение засоления почв ингибирует рост азотфиксаторов и сульфатредуцирующих бактерий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Кузнецова Ю.С., Казеев К.Ш. Влияние засоления на биологические свойства гидроморфных почв ильменей Астраханской области // Известия вузов. - Естественные науки. - Северо-Кавказский регион, 2010. - № 1. - С. 90-93.
- 2 Кадырова Д.А. Биодиагностика состояния и пространственно-временных изменений деградированных почв Сурхан-Шерабадской долины: Автореф. дисс... д.б.н. - Ташкент, 2019.- 55с.
- 3 Саидова М.Э. Изменение биологических свойств почв под влиянием экологических факторов. - Научный вестник НамГУ, 2019. - № 5.
- 4 Наумович Н., Алещенкова З. Выделение и характеристика солеустойчивых азотфиксирующих и фосфатстабилизирующих бактерий // sauga. asu. lt. seites. - 2018/5.184-187\_Naumovic\_22
- 5 Chen W.M., Lee T.M., Lan C.C. Chiu-Ping Cheng characterization of halotolerant rhizobia isolated from root nodules of *Canavalia rosea* from seaside areas. - Federation of European Microbiological Societies Microbiology. - Ecology, 2000. - Vol. 34. - p. 9-16. 4. HEDI, A
- 6 Al-Karaki G. N., Hammad R., Rusan M. Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress // Mycorrhiza, 2001. - № 11. - P. 43-47.
- 7 Егоров Н.С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М.: Изд-во МГУ - 1984. - 222 с.
- 8 Кузнецов С.И., Романенко В.И. Микробиологическое изучение внутренних водоёмов. Лабораторное руководство. - М.: Изд-во АН СССР. - 1963. - 21 с.
- 9 Калининская Т.А. Количественный учёт факультативно-симбиотрофных азотфиксаторов // Микробиология. - 1967. - Т. 36. - Вып. 3. - С. 3-43.
- 10 Штурм Д. Некоторые наблюдения над развитием *Vibrio desulfuricans* в аэробных условиях // Микробиология. - 1950. - Т. 19. - Вып. 4. - С. 289-293.
- 11 Шапошников В.Н. Техническая микробиология. - М.: Советская наука. - 1947. - 41 с.

## REFERENCES

- 1 Kuznetsova Yu.S., Kazeyev K.Sh. Vliyaniye zasoleniya na biologicheskiye svoystva gidromorfnykh pochv ilmeney Astrakhanskooy oblasti // Izvesti vuzov. - Yestestvennye nauki. - Severo-Kavkazsky region, 2010. - № 1. - S. 90-93.

2 Kadyrova D.A. Bidiagnostika sostoyaniya i prostranstvenno-vremennykh izmeneniy degradirovannykh pochv Surkhan-Sherabadskoy doliny: Avtoref. diss...d.b.n. – Tashkent, 2019.- 55s.

3 Saidova M.E. Izmeneniye biologicheskikh svoystv pochv pod vliyaniyem ekologicheskikh faktorov. - Nauchny vestnik NamGU, 2019. - № 5.

4 Naumovich N., Aleshchenkova Z. Vydeleniye i kharakteristika soleustoychivyykh azotfiksiruyushchikh i fosfatstabiliziruyushchikh bakteriy // sauga. asu. It. seites. - 2018/5.184-187\_Naumovic\_22

5 Chen W.M., Lee T.M., Lan CC. Chiu-Ping Cheng characterization of halotolerant rhizobia isolated from root nodules of *Canavalia rosea* from seaside areas. - Federation of European Microbiological Societies Microbiology. - Ecology, 2000. - Vol. 34. - p. 9-16. 4. HEDI, A

6 Al-Karaki G. N., Hammad R., Rusan M. Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress // Mycorrhiza, 2001. - № 11. - R. 43–47.

7 Yegorov N.S. Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po mikrobiologii. M.: Izd-vo MGU. - 1984. - 222 s.

8 Kuznetsov S.I., Romanenko V.I. Mikrobiologicheskoye izucheniye vnutrennikh vodoyomov. Laboratornoye rukovodstvo. - M.: Izd-vo AN SSSR. - 1963. - 21 s.

9 Kalininskaya T.A. Kolichestvenny uchyot fakultativno-simbiotrofnykh azotfiksatorov // Mikrobiologiya. - 1967. - T. 36. - Vyp. 3. - S. 3-43.

10 Shturm D. Nekotorye nablyudeniya nad razvitiyem *Vibrio desulfuricans* v aerobnykh usloviyakh // Mikrobiologiya. - 1950. - T. 19. - Vyp. 4. - S. 289-293.

11 Shaposhnikov V.N. Tekhnicheskaya mikrobiologiya. - M.: Sovetskaya nauka. - 1947. - 41 s.

## ТҮЙІН

М.А.Ибраева<sup>1</sup>, Д.Е. Шаухарова<sup>2</sup>, М.Джуманова<sup>2</sup>

ТОПЫРАҚТЫҢ ТҮЗДАНУЫНЫҢ МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІККЕ ӘСЕРІ

<sup>1</sup>Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, 050060, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан, e-mail: [ibraevamar@mail.ru](mailto:ibraevamar@mail.ru)

<sup>2</sup>Қазақ ұлттық аграрлық университеті, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8

Мақала микроорганизмдердің әртүрлі топтарына әсер ететін сода мен тұздар жиынтығының уыттылық шегін анықтауға арналған. Зерттеу нәтижесінде жоғары сатыдағы өсімдіктерге қарағанда топырақ микрофлорасы сода әсеріне анағұрлым төзімді екендігі анықталды. Алайда сода шоғыры 0,05 % жоғары жоғарылаған кезде аммонификаторлар, азот жинақтаушылар және нитрификаторлар саны төмендейді. Бұл топырақтың азот режиміне кері әсер етуі мүмкін. Сондай-ақ, тұздар жиынтығы төмендеген кезде микроорганизмдер саны артатыны анықталды. Микроскопиялық саңырауқұлақтардың дамуы да сол заңдылыққа ұшыраған, бірақ топырағы қатты тұзданған нұсқада олар өсуін жалғастыра береді. Тұздар шоғырының артуы олардың санына айтарлықтай әсер етпейді. Азотсыздандырушы бактериялар микроскопиялық саңырауқұлақтар сияқты тұздар шоғырының артуына әсер етпейді. Топырақтың тұздануының артуы азот жинақтаушы және сульфат ыдыратушы бактериялардың өсуін тежейді.

*Түйінді сөздер:* топырақ тұздығы, тұздардың сомасы, топырақ микрофлорасы, аммонификаторлар, азотсыздандырушы бактериялар, микроскопиялық саңырауқұлақтар.

## SUMMARY

M.A. Ibraeva<sup>1</sup>, D.E. Shauharova<sup>2</sup>, M. Dzhumanova<sup>2</sup>

## INFLUENCE OF SOIL SALINITY ON MICROBIOLOGICAL ACTIVITY

<sup>1</sup>*Kazakh U.Uspanov Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry, 050060, Almaty, 75 B, al-Farabi avenue, Kazakhstan, e-mail: ibraevamar@mail.ru*

<sup>2</sup>*Kazakh National Agrarian University, 050010, 8 Abay Ave., Almaty, Kazakhstan*

The article is devoted to elucidating the threshold of soda toxicity and the amount of salts for different groups of microorganisms. As a result of studies, it was found that the microflora of soils is more resistant to soda than higher plants. However, with an increase in the concentration of soda, over 0.05 %, the number of ammonifiers, nitrogen fixers, and nitrifiers decreases. This may adversely affect the nitrogen regime of soils. It was also found that with a decrease in the amount of salts, the number of microorganisms increases. The development of microscopic fungi is subject to the same regularity, but in the variant with highly saline soil, they still continue to grow. An increase in the concentration of salts on their abundance has no significant effect. Denitrifying bacteria, like microscopic fungi, do not respond to an increase in salt concentration. An increase in soil salinity inhibits the growth of nitrogen fixatives and sulfate-reducing bacteria.

*Key words:* soil salinization, the amount of salts, soil microflora, ammonifiers, nitrogen-fixing bacteria, microscopic fungi