

СТАТЬЯ

УДК 631.67:631.95:631.46

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ОРОШАЕМЫХ
ЛУГОВО-АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ЗАСОЛЕННОСТИ**

¹Ходжимуродова Н.Р., ²Хакимова Н.Х., ²Тагаева М.В., ¹Камилов Б.С.

¹Ташкентский государственный аграрный университет, Ташкент;

²Бухарский государственный университет, Бухара, e-mail: jamolbek1986@mail.ru

В статье рассматриваются некоторые особенности ферментативной активности староорошаемых и новоорошаемых лугово-аллювиальных почв Бухарского оазиса. Определение факторов, вызывающих засоление, его предотвращение, а также сохранение, воспроизводство плодородия и рациональное использование в сельском хозяйстве засоленных почв, в условиях постоянного увеличения площади засоленных почв в результате естественных процессов и антропогенного влияния являются приоритетными задачами. Как показывают результаты исследований, микробиологические свойства почв изменяются под влиянием засоления. Вместе с этим наблюдается изменение количества микроорганизмов в зависимости от сезона. Разнообразие физических и химических свойств исследуемых почв отражается и в распространении почвенных ферментов. Согласно результатам исследований наблюдалось значительное изменение количества изученных микроорганизмов в зависимости от степени засоления. Неблагоприятные климатические условия исследуемого региона, такие как высокие летние температуры, низкая относительная влажность воздуха, быстрое испарение влаги из почвы и низкое содержание органического вещества, приводят к снижению микробиологической активности этих почв. Таким образом, интенсивная деятельность микроорганизмов приходится на весенний период, летом их деятельность самая слабая и к осени их численность значительно повышается.

Ключевые слова: засоление, староорошаемое, новоорошаемое, аммонификаторы, грибы, нитрификаторы, азотфиксаторы, денитрификаторы, маслянокислые бактерии

**BIOLOGICAL ACTIVITY OF IRRIGATED MEADOW-ALLUVIAL SOILS
DEPENDING ON THE DEGREE OF SALINATION**

¹Khodzhimurodova N.R., ²Khakimova N.Kh., ²Tagaeva M.V., ¹Kamilov B.S.

¹Tashkent State Agrarian University, Tashkent;

²Bukhara State University, Bukhara, e-mail: jamolbek1986@mail.ru

The article discusses some features of the enzymatic activity of old-irrigated and newly-grown meadow-alluvial soils of the Bukhara oasis. determination of the factors causing salinization, its prevention, as well as preservation, reproduction of fertility and rational use of saline soils in agriculture, in conditions of a constant increase in the area of saline soils as a result of natural processes and anthropogenic influence, are priority tasks. As the results of studies show, the microbiological properties of soils change under the influence of salinity. Along with this, there is a change in the number of microorganisms depending on the season. The variety of physical and chemical properties of the studied soils is reflected in the distribution of soil enzymes. According to the research results, there was a significant change in the number of studied microorganisms depending on the degree of salinity. **Unfavorable climatic conditions** of the studied region, such as high summer temperatures, low relative air humidity, rapid evaporation of moisture from the soil and low organic matter content, lead to a decrease in the microbiological activity of these soils ... Thus, the intensive activity of microorganisms occurs in the spring, in summer their activity is the weakest, and by autumn their number increases significantly.

Keywords: salinization, old irrigated, new irrigated, ammonifiers, mushrooms, nitrifies, denitrifies, oil oxidation bacteria

На сегодняшний день в мире засоленные почвы занимают огромные площади – около 25 % всей поверхности суши. Значительные массивы засоленных почв находятся в Средней Азии, на западе США, в особо засушливых районах Южной Америки и Австралии, в Северной Африке. При этом особенно высокой степенью засоленности отличаются почвы пустынных и полупустынных зон, в условиях засушливого и аридного климата. Поэтому определение факторов, вызывающих засоление, его предотвращение, а также сохранение, воспроизводство плодородия и рациональное использование в сельском хозяйстве засоленных почв, в ус-

ловиях постоянного увеличения площади засоленных почв в результате естественных процессов и антропогенного влияния, являются приоритетными задачами.

Микроорганизмы производят огромную работу в почве по разложению растительных и животных остатков и образованию гумуса [1, 2]. Плодородие почвы напрямую зависит от ее физико-химических свойств, гумусового слоя, содержащихся в ней органических и минеральных веществ и в особенности от набора, количества и биологической активности в ней различных полезных микроорганизмов. Известно, что в обеспечении высокого пло-

дородия орошаемых земель прежде всего участвуют гумусовые вещества, микроорганизмы, принадлежащие к различным таксономическим группам, содержащиеся в них, и широко распространенные одноклеточные простейшие животные, водоросли, азот, фосфор, калий, кальций, медь и подобные элементы. Конечно, большое значение имеют также физико-химическая структура почвы, ее расположение в различных географических широтах, степень освоенности, метеорологические условия, сезоны года и другие свойства. Полнота выполнения всех указанных условий влияет не только на эффективность выращивания, но и на количество и качество получаемого урожая, на скороспелость, на профилактику пораженности растений болезнями [3, 4].

Кроме того, объем потребляемой воды на каждом гектаре земли увеличивается из-за конденсации орошаемых луговых почв, недостатка органических веществ. Если потребность в воде почв с достаточным количеством органического вещества требовала 900–1100 м³/га воды для орошения в один раз, то в современных условиях требуется вода до 1400–1600 м³/га. Такая потребность в оросительной воде в условиях дефицита воды принесет большой вред эффективности и аграрной экономике самозанятости хлопчатника [5, 6]. В этих случаях необходимо немедленно найти научно-практическое решение, дать биологически активные и неповрежденные природные вещества семенам, предназначенным для орошаемых земель, и провести их обработку новым способом, снизить количество минеральных удобрений, создать и внедрить эффективные технологии, повышающие биологическую активность почв. [7]. В Бухарской области посевные площади ежегодно моют 1–2 марта. В результате из пласта плодородной почвы вымываются водорастворимые необходимые питательные вещества, или грунтовые воды используются для ее перемещения в пасту земли [8]. Исходя из вышеизложенного, изучение влияния засоления на микробиологическую и ферментативную активность умеренно орошаемых луговых почв, а также на урожайность хлопчатника является актуальной проблемой.

Целью исследования является изучение биологической активности и гумусного состояния староорошаемых и новоорошаемых лугово-аллювиальных почв Бухарского оазиса, в различной степени засоленных. Нами изучена ферментативная активность засоленных лугово-аллювиальных почв в сезонной динамике.

Материалы и методы исследования

В экспериментах использовались профильно-генетические, сравнительно-географические и химико-аналитические методы. Анализы выполнялись по методическим указаниям «Методы почвенной микробиологии и биохимии», «Методы почвенной энзимологии», «Биологическая диагностика и индикация почв: методика и методы исследования», «Методические указания по химическому анализу почв». Математико-статистический анализ (Б.А. Доспехов). Полученных данных методом дисперсии с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Как показывают результаты исследований, микробиологические свойства почв изменяются под влиянием засоления. Вместе с этим наблюдается изменение количества микроорганизмов в зависимости от сезона. Разнообразие физических и химических свойств исследуемых почв отражается и в распространении почвенных микроорганизмов. Согласно результатам исследований, наблюдалось значительное изменение количества изученных микроорганизмов в зависимости от степени засоления.

В средне засоленной лугово-аллювиальной почве актиномицеты, от весны до осени в 0–30 см слое составляют $3,0 \times 10^5 - 5,3 \pm 0,12, 2 \times 10^5$ $5,2 \pm 0,2$ КОЕ/г, в 30–60 см слое они выявлены только осенью, $2,2 \times 10^3, 4,2 \pm 0,2$ КОЕ/г, аммонификаторы, от $2,2 \times 10^4, 2 \pm 0,2$ до $1,5 \times 10^4, 1 \pm 0,2$ КОЕ/г, в 30–60 см слое не обнаружены. Фосформобилизующие выявлены только в 0–30 см слое $2,0 \times 10^4, 4,2 \times 0,1$ КОЕ/г, в 30–60 см слое они не выявлены, Олигонитрофилы обнаружены только в верхнем слое и составило $2,2 \times 10^5, 5,2 \pm 0,21, 5 \times 10^4, 1 \pm 0,2$ КОЕ/г, в 30–60 см слое они выявлены.

В слабо засоленной лугово-аллювиальной почве картина другая, как показывают данные, микрофлора немного интенсивнее. Большое количество актиномицетов 0–30 и 30–60 см слое составляет $5,2 \times 10^5$ $5,5 \pm 0,26, 0 \times 10^5$ $5,6 \pm 0,3$ КОЕ/г, в 30–60 см слое только весной они не выявлены. Аммонификаторы были активны весной и осенью (табл. 1) Фосформобилизующие выявлены только в 0–30 см слое $5,5 \times 10^3$ $3,7 \pm 0,3$ КОЕ/г, в 30–60 см слое они не выявлены. Олигонитрофилы обнаружены только в верхнем слое и составили $2,2 \times 10^5$ $5,2 \pm 0,21, 5 \times 10^5$ $5,1 \pm 0,2$ КОЕ/г, в 30–60 см слое они выявлены. Высокое количество олигонитрофилов обнаружено летом, $7,5 \times 10^4$ $4,7 \pm 0,2$ КОЕ/г.

Таблица 1

Микрофлора лугово-аллювиальных почв по степени засоления и в зависимости от сезона

Микроорганизмы	Глубина, см	Лугово-аллювиальная почва, средне засоленная			Лугово-аллювиальная почва, слабо засоленная		
		весна	лето	осень	весна	Лето	осень
Актиномицеты, КОЕ/г	0–30	3,0x10 ⁵ 5,3 ± 0,1	1,5x10 ⁴ 4,1 ± 0,2	2,2x10 ⁵ 5,2 ± 0,2	2,2x10 ⁴ 4,2 ± 0,2	5,2x10 ⁵ 5,5 ± 0,2	1,5x10 ⁴ 3,1 ± 0,2
	30–60	–	–	2,2x10 ³ 4,2 ± 0,2	–	6,0x10 ⁵ 5,6 ± 0,3	2,2x10 ⁵ 6,2 ± 0,2
Аммонификаторы, КОЕ/г	0–30	2,2x10 ⁴ 4,2 ± 0,2	2,2x10 ⁴ 4,2 ± 0,2	1,5x10 ⁴ 4,1 ± 0,2	1,5x10 ⁵ 5,1 ± 0,1	3,7x10 ⁵ 5,3 ± 0,2	5,5x10 ³ 3,7 ± 0,2
	30–60	–	–	–	7,5x10 ⁴ 4,7 ± 0,3	–	6,5x10 ³ 3,7 ± 0,3
Фосформобилизующие, КОЕ/г	0–30	2,0x10 ⁴ 4,2x0.1	–	–	3,0x10 ⁴ 4,3 ± 0,1	1,5x10 ⁴ 4,1 ± 0,2	5,5x10 ³ 3,7 ± 0,3
	30–60	–	–	–	–	–	–
Олигонитрофилы, КОЕ/г	0–30	2,2x10 ⁵ 5,2 ± 0,2	1,5x10 ⁴ 4,1 ± 0,2	1,1x10 ³ 3,1 ± 0,1	2,2x10 ⁵ 5,2 ± 0,2	7,5x10 ⁴ 4,7 ± 0,2	1,5x10 ⁵ 5,1 ± 0,2
	30–60	–	–	–	–	–	–

Как свидетельствуют данные, большое количество микрофлоры принадлежит староорошаемым лугово-аллювиальным почвам слабой засоленности. Слабое развитие микрофлоры принадлежит новоорошаемым, лугово-аллювиальным почвам, сильной и очень сильной засоленности, так как в объекте растительность скудная, органическое вещество мало накапливается. В верхних горизонтах, которые достаточно обеспечены гумусом, азотом и кислородом, большое количество микрофлоры, в нижних горизонтах их количество уменьшается.

Неблагоприятные климатические условия исследуемого региона, такие как высокие летние температуры, низкая относительная влажность воздуха, быстрое испарение влаги из почвы и низкое содержание органического вещества, приводят к снижению микробиологической активности этих почв. Таким образом, интенсивная деятельность микроорганизмов приходится на весенний период, летом их деятельность самая слабая и к осени их численность значительно повышается.

В качестве негативных факторов, способствующих развитию процессов деградации в орошаемых почвах, можно перечислить засоление, уплотнение подпахотного горизонта, уменьшение содержания гумуса и питательных элементов. При решении таких проблем в первую очередь учитываются почвенно-климатические условия региона и агрофизические особенности почв.

Минерализация гумуса в орошаемых почвах особенно в первых этапах орошения достигает больших размеров, где происходит усиление минерализации над процесса-

ми гумификации общеизвестно, что гуминовые кислоты – это высокомолекулярные азотосодержащие органические вещества, образующиеся при разложении отмерших растений и животных, окрашенные в черный или коричнево-черный цвет. Гуминовые кислоты высокомолекулярные (имеют молекулярную массу от 400 до 1000000) кислоты практически нерастворимые в воде и минеральных кислотах, растворимы в щелочах, аммиаке, соде, пирфосфате натрия. Они под влиянием этих растворов образуют коллоидные растворы темной окраски. Из растворов эти кислоты хорошо осаждаются под влиянием минеральных кислот, солями железа, кальция, магния в виде аморфного осадка [9, 10].

Орошение изменяет природное состояние почвенной влаги, тепла, количество и качество микроорганизмов, степень использования солнечной энергии, в результате нарушается продуктивность почв. Затраты энергии на почвообразование возрастают. Изменяется биогеохимический цикл.

Теоретически скорость трансформации органических остатков выше в орошаемых почвах, особенно в орошаемых светлых сероземах, этому способствуют более высокая освещенность и поступление солнечной энергии и радиации.

На современном этапе развития учения об органическом веществе почв важная роль отводится исследованиям состава и свойства гумуса и гумусовых веществ почв. Причиной которого, на наш взгляд, служит поиск фракций гумуса, наиболее ответственных за формирование почвенного плодородия.

Таблица 2

Активность пероксидазы в образцах почвы (из расчета 100 г почвы/ мг пурпургаллина)

№ п/п	Опыт	Пероксидазы	
		7 дней	15 дней
	дни		
1	Почва + NPK	3,84 ± 0,08	3,02 ± 0,04
2	Почва + зеленые микроводоросли	4,40 ± 0,09	4,37 ± 0,06
3	Почва + зеленые микроводоросли + NPK	5,25 ± 0,1	5,10 ± 0,08

Пр и м е ч а н и е . Приведенные ниже значения достоверно отличаются от значения контрольного варианта (почва + NPK) при $R < 0,05$.

Таблица 3

Активность фермента полифенолоксидазы (в расчете на 100 г почвы / мг пурпургаллина) в экспериментальных образцах

№ п/п	Опыт	Пероксидазы	
		7 дней	15 дней
	дни		
1	Почва + NPK	8,99 ± 0,11	7,69 ± 0,09
2	Почва + зеленые микроводоросли	11,95 ± 0,15	10,89 ± 0,12
3	Почва + зеленые микроводоросли + NPK	12,64 ± 0,19	11,90 ± 0,14

Пр и м е ч а н и е . Приведенные ниже значения достоверно отличаются от значения контрольного варианта (почва + NPK) при $R < 0,05$.

Гумусообразование протекает в аэробных и анаэробных условиях. Промежуточные продукты разложения органических остатков быстро минерализуются, высвобождается большое количество элементов минерального питания, но при этом гумуса накапливается мало. На передвижение гумуса и гумусовых кислот положительно влияют минерализованные воды. В глинистых и суглинистых почвах, наоборот, процесс минерализации растительных остатков происходит медленнее, гумусовых веществ образуется больше и они хорошо закрепляются на поверхности минеральных частиц. Аккумуляция гумуса зависит не только от количества образовавшегося гумуса, но и от условий его нахождения в почве. Большую роль в этом играет кальций, так как для почв, насыщенных кальцием, характерна нейтральная реакция среды.

В орошаемой лугово-аллювиальной почве растительные остатки имеют свойство быстро разлагаться, а окислительные реакции, протекающие на начальной стадии разложения, тесно связаны с активностью пероксидазы (табл. 2), а на более поздних (участвующих в их синтезе) – полифенолоксидазы.

В ряде проведенных опытов, особенно в сочетании с минеральными удобрениями, при смешивании зеленых микроудобрений наблюдалось повышение активности этих

ферментов из данных данных, приведенных в табл. 3.

В орошаемой лугово-аллювиальной почве важную роль играет фермент пероксидаза, участвующий в образовании и быстром разложении гумуса, который считается веществом сложного состава и большого значения [9]. Это представленное рассуждение нашло свое выражение и в наших экспериментах. То есть если в почве, в которую вносились полные минеральные удобрения, активность ферментов пероксидазы и полифенолоксидазы в течение 15 дней в 100 г сухой почвы была равна 3,0–7,7 мг/пурпургаллина, то именно в этой почве в сочетании с минеральными удобрениями при добавлении зеленых микроводорослей наблюдалось соответствие 5,1–11,9 мг/пурпургаллина. Следовательно, оказывается, что разложение и синтез количества гумуса, который считается органическим веществом в орошаемой почве, тесно связаны с активностью ферментов.

Корреляционный анализ выявил зависимость ферментативной активности почв от влажности и содержания гумуса. Установлена средняя и высокая корреляционная связь между содержанием гумуса, и активностью инвертазы ($r = 0,27-0,92$), каталазы ($r = 0,19-0,85$), амилазы ($r = 0,50-0,99$). Таким образом, активность изученных окислительно-восстановительных ферментов

возрастает в соответствии с увеличением общей микробиологической активности, содержания гумуса и питательных веществ, что показывает интенсивность процессов разложения.

Коэффициент гумификации можно определить посредством соотношения полифенолоксидазы и пероксидазы. Отмечено, что увеличение активности полифенолоксидазы, ответственной за синтез гумуса в почвах, приводит к увеличению коэффициента гумификации. Увеличение активности пероксидазы, приводящей к расщеплению гумусовых веществ в почвах, приводит к снижению коэффициента гумификации.

С целью определения взаимосвязи между показателями *гумусного состояния почв* были рассчитаны коэффициенты корреляции. Отмечена положительная корреляция между типами гумуса (Сгк:Сфк) и содержанием общего углерода почв (Собщ) равная $r = 0,28-0,95$, между типами гумуса (Сгк:Сфк) и относительным составом гумусовых кислот (Сгк) равная $r = 0,22-0,85$, между типами гумуса (Сгк: Сфк) и фракциями гуминовых кислот (Сфк), равная $r = 0,27-0,69$, между оптической плотностью гуминовых кислот $E \begin{pmatrix} 0,001\% \text{ ГК} \\ 465 \text{ нм, } 1 \text{ см} \end{pmatrix}$ и типами гумуса (Сгк:Сфк) равная $r = 0,35-0,83$. Корреляция между фульвокислотами и другими параметрами гумуса слабо выражена [6, 8, 9].

Коэффициенты корреляции указывают на то, что содержание гумуса в верхних горизонтах почвы тесно связано с ее групповым составом и свойствами гумусовых веществ, и на основе материалов, полученных путем их интеграции, мы можем сделать описание типов почв. Основываясь на полученных материалах, корреляция между факторами почвообразования и гумусообразованием может быть получена только из одного корреляционного индикатора, описывающего состояние гумуса: в качестве самого удобного показателя можно использовать соотношение Сгк:Сфк.

Закключение

Исследования показали, что орошаемые луговые аллювиальные почвы были обеспечены низким содержанием питательных элементов. По этой причине почвенный покров хозяйства засолен в разной степени, а также глубина залегания грунтовых вод различна, минерализация, потребность в питательных веществах в почвах этих регионов более заметна по отношению к фосфорным удобрениям. Он плохо снабжается грубыми и подвижными формами фосфор-

ных веществ. На основании проведенных экспериментов было установлено, что избытка сульфат- и хлорид-ионов в сильно засоленной почве, роста и развития микроорганизмов, активность почвенных ферментов была низкой.

На аллювиальных лугово-аллювиальных орошаемых почвах средней и сильной засоленности Бухарской области выявлено увеличение роста и развития аммонификаторов, олигонитрофилов, грибов. Установлено количественное и сезонное изменение активности окислительно-восстановительных и гидролитических ферментов (каталазы, пероксидазы, полифенолоксидазы, уразы, протеазы, инвертазы, дегидрогеназы) в орошаемых лугово-аллювиальных умеренно засоленных почвах в зависимости от действия применяемых биоудобрений.

Следовательно, оказывается, что разложение и синтез количества гумуса, который считается органическим веществом в орошаемой лугово-аллювиальной почве, тесно связаны с активностью ферментов.

Список литературы

1. Бабьева И.И., Зенова Г.М. Биология почв. М.: МГУ, 1989. С. 98–189.
2. Мишустин Е.Н. Биологические пути повышения эффективности плодородия почв. Сб. «Микроорганизмы и плодородие почв». Тр. инс-та микробиологии АНСССР. 1961. С. 55–59.
3. Муродова С.С., Гафурова Л.А., Саидова М.Э., Кадирова Д.А., Махкамова Д.Ю. Изучение влияния засоления на каталазную активность аридных почв // Биоразнообразие, экология, адаптация и эволюция: материалы в междуна-род. конф. молодых учёных. Одесса, 2013. С. 229.
4. Мячина О.В., Алиев А.Т., Ким Р.Н., Попова О.В. Особенности агрохимического режима типичного серозема под влиянием концентрированных фосфорных удобрений. Управление земельными ресурсами и их оценка: новые подходы и инновационные решения: материалы российско-узбекской научно-практической конференции, посвященной 100-летию Национального университета. Москва – Ташкент, 2019. С. 225–227.
5. Набиева Г.М., Гафурова Л.А., Кадирова Д.А. Горные почвы Узбекистана и их биологическая активность: материалы докладов VI съезда общества почвоведов им В.В. Докучаева. Кн. 2. Петрозаводск – Москва, 13–18 августа 2012. С. 387–388.
6. Раупова Н.Б. Biology and bonitation typical sierozems // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. 2016. С. 93–95.
7. Raupova N., Фуломова З. Humus state and biological activite of main types of Uzbekistan soils. Journal European journal of research. Vienna, Austria. 2017. № 6 (6). P. 69–77.
8. Раупова Н.Б., Гулямова З. «Дыхания» почвы и ферментативная активность типичных сероземов // «Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини ишлаб чиқаришда фаол тадбир-корлик ва инновацион технологияларни қўллаб-қувватлаш» Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги микёсидаги илмий – амалий анжуман материаллари. Термиз, 2018. Б. 39–43.
9. Раупова Н.Б., Ходжимуродова Н.Р., Гуломова Н.С. Season dynamics of energy activity of typical seasons of the Chirchik – Angrian basin // Хоразм Маъмур академияси Аxbоротномаси. Хива. 2019. № 3 (1). Б. 18–19.
10. Саидова М.Э., Кадирова Д.А., Содикова Г.С. Корреляционные связи между биологической активностью и основными элементами плодородия почв. Аграрная наука – сельскому хозяйству. VII Международная научно-практическая конференция: сборник статей. Кн. 2. Барнаул, 2012. С. 199–200.