
The analysis of Semey Irtysh mosses was carried out. The leading families of mosses in the region under study were identified. The list of moss flora was compiled. The

environmental characteristics of bryophytes were analyzed. 6 ecological groups of bryophytes were allocated according to their relation to water. The most distinctive features in the structure of bryophytes of various environmental groups were determined.

УДК 579.86.12

**Р.К. Сыдыкбекова¹, Т.Д. Мукашева¹, М.Т. Каргаева², Р.Ж. Бержанова¹,
Игнатова Л.В.¹, Е.В. Бражникова², Б.Е. Шимшиков¹, А. Омирбекова¹, М.Х. Шигаева¹,
Г. Шерубаева¹, Б. Абдуллаева¹**

ЧИСЛЕННОСТЬ БАКТЕРИЙ В ПОДЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВАХ РАВНИННОЙ ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, факультет биотехнологии,
rainan.sydykbeкова.kaznu.kz, ²НИИ Проблем биологии и биотехнологии

Представлены результаты по численности различных эколого-трофических групп микроорганизмов в подзональных подтипов почв равнинной территории Казахстана. Показано, что численность бактерий в верхнем горизонте постепенно убывала от черноземов обыкновенных до серо-бурых пустынных. Чем больше количество бактерий в почвах, тем выше степень минерализации и индекс олиготрофности.

Почвенный покров Республики Казахстан занимает по площади девятое место в мире и характеризуется большим разнообразием, включая более семисот видов почв различающихся по химическим, физико-химическим свойствам и уровню плодородия. Почвы Казахстана развиваются в аридных и экстремальных условиях, подвержены процессам деградации и опустынивания, отличаются от почв других стран низкой устойчивостью к антропогенным нагрузкам [1]. В последние годы получают распространение исследования состояния микробных сообществ почв. Известно, что почвенные микроорганизмы являются неотъемлемой составной частью почвы, ключевым фактором почвообразования и участвуют практически во всех процессах, протекающих в ней, поэтому характеристика микробного сообщества является диагностическим показателем условий почвообразования. Следует отметить, что при изучении почв все больше внимания уделяется микробиологическим факторам, среди которых, особую значимость приобретают исследования численности микробного населения [2, 3]. Между тем до

сих пор нет целостной картины количественного и качественного состава микрофлоры почв Казахстана. Микробиологическая характеристика различных почв особенно актуальна в связи с изучением и сохранением биоразнообразия экосистем.

Анализ такой сложной системы, как микробные сообщества возможен с точки зрения их функциональной, морфологической, таксономической и экологической структуры [3-6]. Однако до настоящего времени не ясна роль бактерий в разных типах почв и экосистемах, что определяет актуальность и практическую значимость проводимых исследований и поэтому представляет несомненный интерес исследования по оценке биологической значимости бактерий для разных типов почв Казахстана.

Изучение бактериального разнообразия в почвах Казахстана посвящено небольшое число работ, в которых приводятся данные по соотношению отдельных физиологических групп бактерий и их биологической активности. Для оценки разнообразия наиболее простым и удобным остается классический метод посева на разные плотные питательные среды с последующим дифференцированным учетом колоний и идентификацией представителей доминирующих микроорганизмов на уровне групп и родов. По мнению многих авторов, использование специфических сред для выделения и учета позволит расширить представления о разнообразии и функции микробных сообществ почвы [2;5-8]. Поэтому определение численности разных групп микроорганизмов проводили с использованием широкого набора селективных сред.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований являлись гумусовые горизонты подзональных подтипов почв равнинной территории Казахстана: сероземы, серо-бурые, бурые, светло-каштановые, каштановые, темно-каштановые, чернозем южный и черноземы обыкновенные.

В работе были использованы стандартные питательные среды для определения численности микроорганизмов [9;10].

Отбор образцов проводили на целинных участках основных типов и подтипов почв в 2-х точках: сероземы обыкновенные, серо-бурые пустынные, бурые пустынные, светло-каштановые полупустынные, каштановые сухостепные, темно-каштановые степные, черноземы южные и черноземы обыкновенные.

Определялись координаты точек по GPS. Наиболее характерный для данного типа почв местности, по рельефу и растительности, закладывался разрез. Почвенный профиль описывали по морфологическим характеристикам. По генетическим горизонтам непрерывной колонкой отбирались образцы на химические анализы почв. На микробиологические анализы почвенные образцы отбирались следующим образом: с 3-х сторон разреза на расстоянии не более 3-х метров от него зачищались от растений 3 площадки по 1 м². На каждой площадке определялись 3 точки отбора по углам и в центре. На этих точках по слоям 0-10, 10-20, 20-30 см забивались металлические цилиндры диаметром 4 см и высотой 10 см. Затем по каждой глубине отдельно образцы с 3-х площадок перемешивались тщательно и отбирался средний образец массой 1,3 – 1,5 кг. Все инструменты и снаряжения: лопатки, ножи почвенные, цилиндры и др. перед отбором образцов протирались спиртом.

Подготовка почвенных образцов к микробиологическому анализу проводили общепринятыми методами, рекомендованными в ряде руководств [9;10].

Учет численности микроорганизмов различных функциональных групп, трофическую и таксономическую структуру почвенных бактерий, проводили методом посевов почвенной суспензии на селективные питательные среды – МПА, МПА/Сабуро, ГА, ПА, КАА и Эшби, предложенных в руководствах [9;10].

Учет выросших колоний проведен на 3–10 сутки. Посев проводили в 5-кратной повторности из 2-3-х экспериментально подбираемых разведений. Посевы инкубировали 28-30 °С в течение 2-15 суток. Подсчитывали общее число колоний, выросших на различных питательных средах и определяли их общую численность в колониеобразующих единицах на 1 грамм (КОЕ г/почв).

Все эксперименты проводили в пятикратной повторности, что позволило выполнить статистическую обработку полученных результатов [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Почвенный покров Республики Казахстан богат и разнообразен. Только на равнинной территории выявлены свыше семисот видов почв, которые различаются по химическим, физико-химическим свойствам и уровню плодородия. Описание основных типов почв Казахстана составлены на основе почвенной карты «Почвы Казахской ССР» [12;13].

Для отбора почвенных образцов был организован и проведен экспедиционный выезд по маршруту: Алматинская область – Карагандинская область – Акмолинская область – Костанайская область – Северо-Казахстанская область – Семипалатинская область – г. Алматы.

Отбор образцов проводили на целинных участках основных типов и подтипов почв в 2-х точках: сероземы обыкновенные, серо-бурые пустынные, бурые пустынные, светло-каштановые полупустынные, каштановые сухостепные, темно-каштановые степные, черноземы южные и черноземы обыкновенные (таблица 1).

Таблица 1

Краткая характеристика почвенных образцов, взятых для исследования

Тип почв	Место нахождения	Описание
Серо-бурые пустынные	Алматинская область	Расположен в 4 км юго-западнее с. Аксуйек.
Серо-бурые-щебнистые пустынные почвы	Карагандинская область	Расположен севернее г. Балхаш. Абсолютная высота местности 426 м.
Бурые-пустынные почвы	Карагандинская область	Расположен в 1 км западнее автомобильной трассы.
Светлокаштановая щебнистая почвы	Карагандинская область	Расположен на западе от с. Аксу-Аюлы по дороге на Жарык.

Среднекаштановая, почва	Карагандинская область	Расположен в точке с координатами: N-49°13,400', E-073°26,033', абсолютная высота местности 623 м
Темно-каштановая почва	Акмолинская область, Жаркаинский район	Расположен в 15 км западнее г. Державинска
Темно-каштановая, карбонатная почва	Акмолинская область, Ерейментауский район почва	Расположен в 20 км восточнее с. Ерейментау по трассе на Павлодар
Черноземы южные	Костанайская область, Костанайский район	Расположен в 20 км южнее г. Костанай в 100 м от кладбища находящегося на восточной стороне авто трассы
Чернозем обыкновенный	Костанайская область	Расположен севернее г. Костанай в направлении с. Надеждинка
Чернозем обыкновенный	Северо-Казахстанская область	Расположен западнее с. Мамлютка в 50 км, разрез заложен на нетронутым участке целины между лесной полосой и пашней южнее автотрассы 200 м
Чернозем южный	Акмолинская область, Зерендинский район	Расположен в 15 км от с. Красиловка Викторовского сельского округа

Для микробиологического анализа с 3-х площадок в 3-х кратной повторности послойно 0-10 см, 10-20 см и 20-30 см для черноземов по 1,5 кг взяты смешанные почвенные образцы.

Микрофлора почвы характеризуется большим разнообразием микроорганизмов, которые принимают участие в процессах почвообразования и самоочищения почвы, кругооборота в природе азота, углерода и других элементов. В почве обитают различные группы микроорганизмов. Значительную часть почвенного микробного сообщества составляют бактерии. Показатели численности бактерий чаще всего используются для характеристики биологической активности почв.

Анализ литературы показал, что более надежными индикаторами изменения состояния почвенной микрофлоры являются показатели, полученные на основе анализа состава микрофлоры почв (почвенный микробокомплекс). Изучение численности отдельных физиологических групп микроорганизмов в различных типах почв Казахстана является актуальным и представляет основу для разработки агротехнических приемов повышения плодородия почв [3-7].

По мнению многих авторов, использование специфических сред для выделения и учета позволит расширить представления о разнообразии и функции бактериальных сообществ почвы. Для выяснения вопроса о численности микроорганизмов нами были исследованы почвенные образцы, различающихся по типу и местам отбора. Количество бактерий, относящихся к различным трофическим группам, проводили методом высева почвенной суспензии на селективные питательные среды.

На таблице 2 приводятся данные о численности микроорганизмов важнейших эколого-трофических групп различных почв Казахстана.

Полученные данные показывают, что во всех почвенных образцах преобладало количество аммонификаторов и бактерий, использующих минеральные формы азота. Так, количество аммонификаторов на среде МПА составило от $1,3 \pm 0,04$ до $15,6 \pm 0,9$ млн. кл/г почвы, а количество бактерий, использующие минеральные формы азота на среде КАА было от $1,7 \pm 0,08$ до $11,2 \pm 0,8$ млн. КОЕ/г почв.

Количество спорообразующих бактерий на среде МПА/Сабура в серо-бурых, бурой пустынной, темно-каштановых и черноземах достигала максимальных значений на глубине 10-20 см, чем на глубине 0-10 см и составило от $0,024 \pm 0,002$ до $0,061 \pm 0,004$ млн. КОЕ/г почв. Численность микроорганизмов, участвующих в минерализации гумусовых веществ (автохтонная микрофлора) на среде ПА, в образцах серобурых почвах на глубине 0-10 см и бурой пустынной на глубинах 0-10 и 10-20 см была выше на 1-2 порядка, чем в остальных типах почв (таблица 2).

Количество олиготрофных микроорганизмов на среде ГА в черноземах на глубине 0-10 и 10-20 см и в бурой почве на глубине 10-20 см была больше чем, остальных исследуемых почвах. Также отмечено значительное количество олиготрофных микроорганизмов на среде Эшби, в темно-каштановых почвах на глубине 10-20 см, их численность была выше, чем на остальных типах почв и составила от $0,11 \pm 0,01$ до $0,84 \pm 0,07$ млн. КОЕ/г почв (таблица 2).

О направленности мобилизационных процессов, осуществляемых микробными комплексами в почвах исследуемого ряда можно в некоторой степени судить по соотношению эколого-трофических групп микроорганизмов таких, как азотфиксирующих и микроорганизмов, участвующих минерализации гумусовых веществ [14]. В связи

с этим рассчитывали коэффициент минерализации (КАА/МПА) и индекс олиготрофности (ПА/МПА). О минерализации органических соединений можно судить по соотношению числа бактерий, выращенных на богатых органических и минеральных средах, и их соотношение свидетельствует об активности микробных комплексов [2].

Коэффициент минерализации свидетельствуют о степени минерализации органического вещества в разных глубинах почвенного слоя. По этому показателю интенсивность минерализации органических соединений в почвенных образцах различна.

Таблица 2

Содержание эколого-физиологических групп бактерий почвы

Горизонт, см	Численность, бактерий, млн. КОЕ/г почв					
	МПА	КАА	МПА/ Сабуро	ПА	ГА	Эшби
Серо-бурая, пустынная почва, Алматинской области						
0-10	5,3±0,2	2,3±0,02	0,025±0,001	1,23±0,2	0,15±0,01	0,22±0,02
10-20	6,8 ±0,3	2,9±0,03	0,029±0,002	0,59±0,05	0,21±0,02	0,19±0,06
Серо-бурая пустынная почва, Жамбылской области						
0-10	5,9±0,2	2,2±0,02	0,015±0,001	1,13±0,2	0,13±0,01	0,20±0,02
10-20	6,1 ±0,3	2,3±0,03	0,024±0,002	0,60±0,05	0,18±0,02	0,18±0,06
Серо-бурая, пустынная почва, Карагандинской области						
0-10	3,3±0,4	2,1±0,05	0,037±0,003	0,35±0,01	0,23±0,03	0,36±0,03
10-20	2,1±0,02	1,7±0,08	0,017±0,001	0,32±0,02	0,71±0,04	0,13±0,01
Бурая пустынная почва, Карагандинской области						
0-10	8,1±0,4	3,6±0,2	0,025±0,005	0,54±0,03	0,35±0,02	0,35±0,02
10-20	1,6±0,03	8,2±0,9	0,023±0,002	0,48±0,02	0,27±0,01	0,84±0,07
Светло-каштановая щербистая почва Карагандинской области						
0-10	1,3±0,03	2,2±0,02	0,024±0,002	1,3±0,06	0,23±0,02	0,63±0,05
10-20	4,9±0,7	2,3±0,05	0,036±0,005	1,4±0,07	0,21±0,01	0,11±0,01
Среднекаштановая почва, Карагандинской области						
0-10	1,2±0,02	2,1±0,01	0,022±0,001	1,4±0,02	0,25±0,01	0,61±0,04
10-20	4,8±0,6	2,3±0,04	0,031±0,004	1,5±0,08	0,22±0,02	0,12±0,02
Темно-каштановая, карбонатная почва, Акмолинской области, Ерейментауского района						
0-10	1,3±0,04	5,2±0,7	0,016±0,001	0,37±0,02	0,22±0,03	0,16±0,02
10-20	2,3±0,07	6,1±0,9	0,029±0,002	0,20±0,01	0,75±0,02	0,81±0,09
Темно-каштановая, карбонатная почва, Акмолинской области, Жаркаинского района						
0-10	1,4±0,02	5,1±0,6	0,018±0,002	0,38±0,01	0,25±0,04	0,18±0,02
10-20	2,4±0,05	6,2±0,3	0,031±0,003	0,22±0,02	0,78±0,01	0,78±0,04
Чернозем обыкновенный, Северо-Казахстанской области						
0-10	2,2±0,02	3,6±0,8	0,038±0,008	0,25±0,03	0,69±0,06	0,59±0,04
10-20	14,9±0,1	10,9±0,01	0,22±0,004	0,48±0,04	0,81±0,07	0,12±0,02
20 -30	1,8±0,2	1,9±0,05	0,061±0,002	0,31±0,03	0,1±0,01	0,23±0,03
Чернозем обыкновенный, Акмолинской области						
0-10	2,2±0,02	3,6±0,8	0,038±0,008	0,25±0,03	0,69±0,06	0,59±0,04
10-20	14,9±0,1	10,2±0,01	0,21±0,004	0,48±0,04	0,81±0,07	0,12±0,02
20 -30	1,8±0,2	1,9±0,05	0,061±0,002	0,31±0,03	0,1±0,01	0,23±0,03
Чернозем обыкновенный, Костанайской области						
0-10	2,2±0,02	3,4±0,7	0,037±0,007	0,25±0,03	0,69±0,04	0,58±0,05
10-20	14,9±0,5	11,2±0,03	0,19 ±0,006	0,50±0,04	0,78±0,05	0,12±0,03
20 -30	1,8±0,3	2,3±0,06	0,056±0,008	0,33±0,02	0,14±0,02	0,25±0,01

Высокие значения коэффициента минерализации от 2,05 до 2,88 наблюдали в темно-каштановых и в черноземах на глубине (10-20 см). Эти данные указывают на степень активности процессов деструкции органического вещества. В остальных почвах разложение органического вещества

было замедленно, и процессы его накопления и консервации преобладают над деструкцией, это отражено в более низких коэффициентах минерализации. Особенно это характерно для почв серобурых, бурой пустынной и светло-каштановой на глубине 10-20 см (таблица 3).

Таблица 3

Биологические характеристики почвенных образцов

Почвенные образцы и места отбора	Горизонт, см	Гумус, %	Коэффициенты минерализации (КАА/МПА)	Индекс олиготрофности (ПА/МПА)
Серобурая, пустынная, Алматинская обл.	0-10	1,0	0,35	0,81
	10-20	0,5	0,36	0,97
Серобурая, пустынная, Карагандинская обл.	0-10	1,3	0,63	1,05
	10-20	0,6	0,61	1,25
Серобурая, пустынная, Жамбылская обл.	0-10	1,1	0,34	0,99
	10-20	0,5	0,47	0,98
Бурая пустынная, Карагандинская обл.	0-10	1,6	0,46	0,67
	10-20	1,3	1,09	1,96
Светло-каштановая щербистая почва Карагандинская область	0-10	2,1	1,83	1,02
	10-20	1,8	0,41	1,28
Среднекаштановая, Карагандинская обл.	0-10	2,7	1,85	1,08
	10-20	2,0	0,42	1,31
Темно-каштановая, карбонатная, Акмолинская область, Жаркаинский район.	0-10	3,8	2,54	2,77
	10-20	2,5	2,88	0,85
Темно-каштановая, карбонатная, Акмолинская область, Ерейментауский район.	0-10	2,6	2,52	2,76
	10-20	4,0	2,86	0,84
Чернозем обыкновенный, Северо-казахстанская область	0-10	6,3	0,47	1,02
	10-20	7,1	2,07	3,15
	20-30	4,5	1,36	1,89
чернозем обыкновенный, Акмолинская область.	0-10	5,5	0,48	1,01
	10-20	5,8	2,05	3,16
	20-30	4,3	1,35	1,87
Чернозем южный, Костанайская область.	0-10	6,6	0,49	1,05
	10-20	7,8	2,09	3,13
	20-30	3,9	1,34	1,91

О направленности процессов, осуществляемых микробными комплексами в различных типах почв, можно судить также по значению индекса олиготрофности (ПА/МПА). Так, самый высокий индекс олиготрофности отмечен в горизонте 10-20 см в черноземах (10-20 см) – 3,16 и в темно-каштановых почвах – 2,77. У остальных типов почв индекс олиготрофности значительно ниже. Низкие коэффициенты олиготрофности свидетельствуют о слабой степени деструкции органического вещества в исследуемых почвах.

Таким образом, представленные результаты исследований характеризуют, что микробиологические параметры в исследованных почвах оказались синхронными и однонаправленными. Чем

больше количество бактерий в исследуемых почвах, тем выше степень минерализации и индекс олиготрофности.

1. Сапаров А.С. Плодородие почвы и продуктивность культур. Изд-во ОО «ДОИВА Медеуского р-на г. Алматы», 2006. – С. 5-8.

2. Добровольская Т.Г., Лысак Л.В., Зенова Г.М., Звягинцев Д.Г. Бактериальное разнообразие почв: оценка методов, возможностей, перспектив // Микробиология. 2001. Т. 70. №. 2. С. 149-167.

3. Sergio E. Morales, Theodore F. Cosart, Jesse V. Johnson, William E. Holben Extensive Phylogenetic Analysis of a Soil Bacterial Community Illustrates Extreme Taxon Evenness and the Effects of Amplicon Length, Degree of Coverage,

and DNA Fractionation on Classification and Ecological Parameters// Applied and environmental microbiology, Feb. 2009, p. 668–675.

4. Звягинцев Д.Г., Добровольская Т.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М., Лысак Л.В. Роль микроорганизмов в биогеоценологических функциях почв. Глава в монографии «Структурно-функциональная роль почвы в биосфере». М.: Геос.1999. 278 с.С. 113-121.

5. Добровольская Т.Г., Головченко А.В. Панкратов Т.А. Лысак Л.В., Звягинцев Д.Г. Оценка бактериального разнообразия почв: эволюция подходов и методов // Почвоведение 2009. №. 10. – С. 12–22.

6. Hector F. Castro, Aimere T. Classen, Emily E. Austin, Richard J. Norby, Christopher W. Schadt. Soil Microbial Community Responses to Multiple Experimental Climate Change Drivers // Applied and environmental microbiology, feb. 2010, p. 999–1007

7. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. Изд-во Наука. Москва, 1972. – 343 с.

8. Добровольская Т.Г., Чернов И.Ю., Евтушенко Л.И. Звягинцев Д.Г. Синэкология сапротрофных бактерий в субтропических пустынях

9. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Изд-во МГУ, 1991. – С. 59 – 75.

10. Практикум по микробиологии / под. ред. А.Н. Нетрусова. – М.: Academia. 2005. – С. 448- 597.

11. Лакин Г.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Высшая школа, 1990. – 230 с.

12. Боровский В.М., Успанов У.У., Шувалов С.А. Основные черты почвенного покрова и земельные ресурсы Казахстана. – В кн: Почвенные исследования в Казахстане, Алма-Ата, 1964.

13. Почвенная карта Казахской ССР в масштабе 1:2500000, ГУГК. – М., 1976.

14. Пигарева Н.Н., Корсунов Т.М., Пьянкова Н.А. Особенности гумусного состояния почв Бурятии // Почвоведение. – 2008. № 4. – С. 431-440.

Жұмыста Қазақстанның әртүрлі аймақтарының топырақтарындағы микроорганизмдердің әртүрлі эколого-трофикалық топтарының саны туралы нәтижелер көрсетілген. Зерттеу нәтижелері алынған мәліметтер зерттелген топырақтардағы микробиологиялық көрсеткіштер ұқсас және бірбағытта болғандығын көрсетеді. Бактериялардың саны беткі горизонтта біртіндеп, кәдімгі қара топырақтан шөлейттің сұрғылт топырағына дейін азаятындығы анықталды. Топырақтағы бактериялардың саны қанишалықты көп болса, соншалықты минерализдену деңгейі мен олиготрофтық индексі жоғары болды.

Results on the number of different ecological-tropics groups of microorganisms in the soil subtypes subzone flat territory of Kazakhstan. The results presented here describe studies that microbiological parameters in the soils studied were synchronous and unidirectional. It is shown that the number of bacteria in the upper layer gradually decreases from the ordinary chernozems to gray-brown desert. The greater the number of bacteria in the soil, the higher the degree of mineralization and the index of the oligotrophic.