

ISSN 2224-526X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

АГРАРЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ АГРАРНЫХ НАУК



SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES

**4 (40)**

ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2017 ж.

ИЮЛЬ – АВГУСТ 2017 г.

JULY – AUGUST 2017

2011 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН

ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 2011 ГОДА

PUBLISHED SINCE JANUARY 2011

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

**Есполов Т.И.,**

э.ғ.д, профессор,

ҚР ҰҒА академигі және вице-президенті

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Байзақов С.Б.**, э.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА академигі (бас редактордың орынбасары); **Тиреуов К.М.**, э.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА корр-мүшесі (бас редактордың орынбасары); **Елешев Р.Е.**, т.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА академигі; **Рау А.Г.**, т.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА академигі; **Иванов Н.П.**, в.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА академигі; **Кешуов С.А.**, т.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА корр-мүшесі; **Мелдебеков А.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі; **Чоманов У.Ч.**, т.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА академигі; **Елюбаев С.З.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА корр-мүшесі; **Садықұлов Т.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА корр-мүшесі; **Сансызбай А.Р.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА корр-мүшесі; **Умбетаев И.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА корр-мүшесі; **Оспанов С.Р.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА құрметті мүшесі; **Олейченко С.И.**, а.ш.ғ.д., проф.; **Кененбаев С.Б.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР АШҒА академигі; **Омбаев А.М.**, а.ш.ғ.д., проф.; **Молдашев А.Б.**, э.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА құрметті мүшесі; **Сагитов А.О.**, б.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі; **Сапаров А.С.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР АШҒА академигі; **Балгабаев Н.Н.**, а.ш.ғ.д., проф.; **Умирзаков С.И.**, т.ғ.д, проф.; **Султанов А.А.**, в.ғ.д., проф., ҚР АШҒА академигі; **Жамбакин К.Ж.**, б.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА корр-мүшесі; **Алимқұлов Ж.С.**, т.ғ.д., проф., ҚР АШҒА академигі; **Саданов А.К.**, б.ғ.д., проф.; **Сарсембаева Н.Б.**, в.ғ.д., проф.

Р е д а к ц и я к е ñ е с і:

**Fasler-Kan Elizaveta**, Dr., University of Basel Switzerland; **Koolmees Petrus Adrianus**, Prof. Dr., Utrecht University, The Netherlands; **Babadoost-Kondri Mohammad**, Prof., University of Illinois, USA; **Yus Aniza Binti Yusof**, Dr., University Putra, Malaysia; **Hesseln Hayley Fawn**, As. Prof., University of Saskatchewan, Canada; **Alex Morgounov**, Pr., International Maize and Wheat Improvement Center Turkey; **Андреш С.**, Молдова Республикасы ҰҒА академигі; **Гаврилюк Н.Н.**, Украина ҰҒА академигі; **Герасимович Л.С.**, Беларусь Республикасының ҰҒА академигі; **Мамедов Г.**, Азербайжан Республикасының ҰҒА академигі; **Шейко И.П.**, Беларусь Республикасының ҰҒА академигі; **Жалнин Э.В.**, т.ғ.д., проф., Ресей; **Боинчан Б.**, а.ш.ғ., проф., Молдова Республикасы.

Главный редактор

**Есполов Т.И.,**

доктор эконом. наук, проф.,  
вице-президент и академик НАН РК

Редакционная коллегия:

**Байзаков С.Б.**, доктор эконом. наук, проф., академик НАН РК (заместитель главного редактора); **Тиреуов К.М.**, доктор эконом. наук, проф., член-корр. НАН РК (заместитель главного редактора); **Елешев Р.Е.**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК; **Рау А.Г.**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК; **Иванов Н.П.**, доктор ветеринар. наук, проф., академик НАН РК; **Кешуов С.А.**, доктор техн. наук, проф., член-корр. НАН РК; **Мелдебеков А.**, доктор сельхоз. наук, проф., академик НАН РК; **Чоманов У.Ч.**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК; **Елюбаев С.З.**, доктор сельхоз. наук, проф., член-корр. НАН РК; **Садыкулов Т.**, доктор сельхоз. наук, проф., член-корр. НАН РК; **Сансызбай А.Р.**, доктор сельхоз. наук, проф., член-корр. НАН РК; **Умбетаев И.**, доктор сельхоз. наук, проф., член-корр. НАН РК; **Оспанов С.Р.**, доктор сельхоз. наук, проф., Почетный член НАН РК; **Олейченко С.И.**, доктор сельхоз. наук, проф.; **Кененбаев С.Б.**, доктор сельхоз. наук, проф., академик АСХН РК; **Омбаев А.М.**, доктор сельхоз. наук, проф.; **Молдашев А.Б.**, доктор эконом. наук, проф., Почетный член НАН РК; **Сагитов А.О.**, доктор биол. наук, академик НАН РК; **Сапаров А.С.**, доктор сельхоз. наук, проф., академик АСХН РК; **Балгабаев Н.Н.**, доктор сельхоз. наук, проф.; **Умирзаков С.И.**, доктор техн. наук, проф.; **Султанов А.А.**, доктор ветеринар. наук, проф., академик АСХН РК; **Жамбакин К.Ж.**, доктор биол. наук, проф., член-корр. НАН РК; **Алимкулов Ж.С.**, доктор техн. наук, проф., академик АСХН РК; **Саданов А.К.**, доктор биол. наук, проф.; **Сарсембаева Н.Б.**, доктор ветеринар. наук, проф.

Редакционный совет:

**Fasler-Kan Elizaveta**, Dr., University of asel Switzeland; **Koolmees Petrus Adrianus**, Prof. Dr., Utrecht University, The Netherlands; **Babadoost-Kondri Mohammad**, Prof., University of Illinois, USA; **Yus Aniza Binti Yusof**, Dr., University Putra, Malaysia; **Hesseln Hayley Fawn**, As.Prof., University of Saskatchewan, Canada; **Alex Morgounov**, Pr., International Maize and Wheat Improvement Center Turkey; **Андреш С.**, академик НАН Республики Молдова; **Гаврилюк Н.Н.**, академик НАН Украины; **Герасимович Л.С.**, академик НАН Республики Беларусь; **Мамедов Г.**, академик НАН Республики Азербайджан; **Шейко И.П.**, академик НАН Республики Беларусь; **Жалнин Э.В.**, доктор техн. наук, проф., Россия; **Боинчан Б.**, доктор сельхоз. наук, проф., Республика Молдова.

**Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия аграрных наук.**

**ISSN 2224-526X**

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан № 10895-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz/agricultural.kz>

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Chief Editor

**Espolov T.I.,**

Dr. economy. Sciences, prof.,  
Vice President and member of the NAS RK

Editorial Board:

**Baizakov S.B.**, Dr. of economy sciences, prof., academician of NAS RK (deputy editor); **Tireuov K.M.**, Doctor of Economy Sciences., prof., corresponding member of NAS RK (deputy editor); **Eleshev R.E.**, Dr. Of agricultural sciences, prof., academician of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Rau A.G.**, Dr. sciences, prof., academician of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Ivanov N.P.**, Dr. of veterinary sciences, prof., academician of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Kesha S.A.**, Dr. sciences, prof., corresponding member. NAS RK; **Meldebekov A.**, doctor of agricultural sciences, prof., academician of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Chomanov U.Ch.**, Dr. sciences, prof., academician of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Yelyubayev S.Z.**, Dr. of agricultural sciences, prof., corresponding member. NAS RK; **Sadykulov T.**, Dr. Farm. Sciences, prof., corresponding member. NAS RK; **Sansyzbai A.R.**, doctor of agricultural sciences, prof., corresponding member. NAS RK; **Umbetaev I.**, Dr. Farm. Sciences, prof., corresponding member. NAS RK; **Ospanov S.R.**, Dr. agricultural sciences, prof., Honorary Member of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Oleychenko S.N.**, Dr. Of agricultural sciences, prof.; **Kenenbayev S.B.**, Dr. Agricultural sciences, prof., academician of the Academy of Agricultural Sciences of Kazakhstan; **Ombayev A.M.**, Dr. Agricultural sciences, Prof.; **Moldashev A.B.**, Doctor of Economy sciences, prof., Honorary Member of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Sagitov A.O.**, Dr. biol. sciences, Academician of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Saparov A.S.**, Doctor of agricultural sciences, prof., academician of the Academy of Agricultural Sciences of Kazakhstan; **Balgabaev N.N.**, the doctor agricultural sciences, Prof.; **Umirzakov S.I.**, Dr. Sci. Sciences, Prof.; **Sultanov A.A.**, Dr. of veterinary sciences, prof., academician of the Academy of Agricultural Sciences of Kazakhstan; **Zhambakin K.J.**, Dr. of biological Sciences, prof., corresponding member of. NAS RK; **Alimkulov J.C.**, Dr. of biological sciences, prof., academician of the Academy of Agricultural sciences of Kazakhstan; **Sadanov A.K.**, Dr. of biological Sciences, Prof.; **Sarsembayeva N.B.**, Dr. veterinary sciences, prof.

Editorial Board:

**Fasler-Kan Elizaveta**, Dr., University of Basel Switzerland; **Koolmees Petrus Adrianus**, Prof. Dr., Utrecht University, The Netherlands; **Babadoost-Kondri Mohammad**, Prof., University of Illinois, USA; **Yus Aniza Binti Yusof**, Dr., University Putra, Malaysia; **Hesseln Hayley Fawn**, As. Prof., University of Saskatchewan, Canada; **Alex Morgounov**, candidate of agricultural sciences, International Maize and Wheat Improvement Center Turkey; **Andresh S.**, academician of NAS of Moldova; **Gavriluk N.N.**, academician of NAS of Ukraine; **Gerasimovich L.S.**, academician of NAS of Belorassia; **Mamadov G.**, academician of NAS of Azerbaijan; **Sheiko I.P.**, academician of NAS of Belorassia; **Zhalnin E.V.**, Dr. of technical sciences, professor, Russia, **Boinchan B.**, doctor of agricultural sciences, prof., Moldova.

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Agrarian Sciences.**

**ISSN 2224-526X**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 10895-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of.219-220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/> [agricultural.kz](http://agricultural.kz)

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES

ISSN 2224-526X

Volume 4, Number 40 (2017), 89 – 96

N. Kh. Sergaliev<sup>1</sup>, A. G. Nagiyeva<sup>2</sup><sup>1</sup>West-Kazakhstan agricultural-technical university named Zhangir Khan, Uralsk, Kazakhstan<sup>2</sup>Kazakh national agrarian university, Almaty, Kazakhstan**EVALUATION OF THE MICROBIOME  
OF SOLONETZES WESTERN KAZAKHSTAN  
WITH THE USE OF HIGH-THROUGHPUT SEQUENCING**

**Abstract.** The content and reduction of biodiversity along the profile is due not only to an increase in depth and a decrease in the content of organic matter, but a qualitative change in the entire aggregate of soil properties, from the organomineral to the mineral part of the soil profile.

**Key words:** soil, high-throughput sequencing, uniprotkb, the soil microbiome, microbial biodiversity.

УДК 579.64:631.46(574.1)

Н. Х. Сергалиев<sup>1</sup>, А. Г. Нагиева<sup>2</sup><sup>1</sup>Западно-Казахстанский аграрный университет им. Жангир хана, Уральск, Казахстан,<sup>2</sup>Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан**ОЦЕНКА МИКРОБИОМА СОЛОНЦОВ  
ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ**

**Аннотация.** Сельскохозяйственное использование земель приводит к долговременному изменению содержания органического вещества и питательных элементов, агрегатного состава, pH и других параметров, которые не могут не влиять на структуру почвенных микробных сообществ. Методы высокопроизводительного секвенирования остаются на данный момент наиболее перспективными инструментами для расширения знаний о филогенетическом, и, отчасти, физиологическом разнообразии почвенных микроорганизмов. Такие исследования проводятся для выявления связи микробного разнообразия почвы с такими факторами как pH, содержанием и качеством органического вещества, влажностью, температурой, структурой почвы и т.д.

**Ключевые слова:** почва, высокопроизводительное секвенирование, метагеномика, почвенный микробиом, микробное биоразнообразие.

**Введение.** Оценка микробного биоразнообразия почв стала темой особого интереса в связи с развитием новых направлений экологии и биогеографии, но вместе с тем остается одной из самых сложных задач в области микробиологии. Почва является сложной и структурированной системой, которая характеризуется очень высоким биоразнообразием. Почвы состоят преимущественно из твердофазных частиц, на поверхности и внутри которых находятся микроорганизмы, образуя кластеры из живой и неживой материи. Количество видов, обитающих на небольшой площади, огромно. Показано, что в 30 г почвы обитает более полумиллиона видов. Микроорганизмы являются чрезвычайно важным фактором формирования плодородия почвы [1-3].

Распространение ДНК-секвенирования сделало возможным оценить геномное богатство сред без изолирования микроорганизмов. Это привело к рождению и становлению метагеномики –

направления биологии, посвященного получению и изучению геномных последовательностей непосредственно из образцов среды, совокупность которых получила название метагеном. Целями метагеномики является расширение представления об истинном многообразии микробиоты, функциях их членов, их экологических взаимодействиях и коэволюции - в самых разнообразных по богатству и условиям средах, от почвы и частей тела человека до поверхностей космических кораблей и больничного окружения. Тем не менее, методы высокопроизводительного секвенирования остаются на данный момент наиболее перспективными инструментами для расширения знаний о филогенетическом, и, отчасти, физиологическом разнообразии почвенных микроорганизмов [4].

Такие исследования проводятся для выявления связи микробного разнообразия почвы с такими факторами как рН, содержанием и качеством органического вещества, влажностью, температурой, структурой почвы и т.д. Реакция среды (рН) признается многими исследователями одним из наиболее значительных факторов формирования почвенного микробного сообщества. В сравнении с широким набором других климатических и почвенных физико-химических факторов рН обладает наибольшим весом в определении различий в количестве 16S рРНК и некоторых функциональных генов почвенного метагенома. Реакция среды существенно коррелирует с таксономической структурой сообщества, однако отмечается, что эта зависимость нелинейна и сильно различается для разных таксонов бактерий. Показано, что общее филогенетическое разнообразие почвенного микробиома коррелирует с реакцией среды, достигая максимума при значениях рН, близких к нейтральным. Зависимость структуры сообщества от рН обнаруживается на разных таксономических уровнях, в том числе и на уровне филумов, так, например, *Acidobacteria* имеют значимо большую долю в сообществах кислых почв, а *Actinobacteria*, *Bacteroidetes* и *Proteobacteria* – в щелочных [5-11].

Некоторые исследователи, впрочем, отмечают в качестве ведущих факторов структуры микробного сообщества не рН, а другие почвенные характеристики, например, влажность и содержание органического углерода [12-16].

Влажность может косвенно влиять на общее микробное разнообразие почвы, определяя связность между различными микролокусами. Показано, что снижение влажности почвы посредством разрыва пор увеличивает количество несвязанных между собой микросред с различающимися свойствами, что может приводить к увеличению микробного разнообразия. Таким образом, общее филогенетическое разнообразие прокариот оказывается тесно связано с их функциональным разнообразием и, в конечном счете, – с разнообразием экологических условий в почве [17, 18].

Значительное число метагеномных (как и других микробиологических) исследований почвы касается проблем устойчивости экосистем и оценки последствий антропогенного воздействия на почву. Большинство из них сосредоточено на влиянии сельскохозяйственной деятельности на почвенное микробное сообщество. Сельскохозяйственное использование земель приводит к долговременному изменению содержания органического вещества и питательных элементов, агрегатного состава, рН и других параметров, которые не могут не влиять на структуру почвенных микробных сообществ. Реагируя на все эти изменения, почвенный метагеном может играть роль биодиагностического инструмента, который позволит оценить степень влияния антропогенной нагрузки и предсказать дальнейшие изменения экосистемы [19, 20].

Таким образом, филогенетическая структура микробного сообщества, определяемая на основе анализа гена 16S рРНК, представляется чувствительным индикатором различных внешних воздействий на почву, реагирующим на факторы различной силы и длительности. Несмотря на экстремальные условия, в засоленных почвах иногда обнаруживаются довольно разнообразные микробные сообщества. Некоторые исследователи отмечают доминирование в засоленных образцах бактериальных филумов *Proteobacteria*, *Bacteroidetes*, и *Firmicutes*. В засушливых незасоленных почвах отмечаются высокие доли представителей филума *Actinobacteria* [14, 21, 22].

Целью работы было исследование и анализ почвенного микробиома солонцовых почв Западно-Казахстанской области.

**Материалы и методы.** Объектами исследования являлись почвенные образцы солонцовых естественных (целина) и антропогенно-нарушенных почв (пашня, пастбище) Западно-Казахстан-

ской области. Почвенные образцы отбирали по всему профилю, определены основные агрохимические показатели почвенных образцов.

Для выделения ДНК брали навеску 0,2 г замороженной почвы, добавляли равное по объему количество шариков, 350 мкл раствора А, 350 мкл раствора Б и 400 мкл смеси фенол-хлороформ и разрушали образец при максимальной мощности в течении 1 мин на приборе «FastPrep». Подготовку проб и секвенирование проводили на приборе GS Junior, Roche. Обработку полученных данных проводили с помощью программы «QIIME» [24]. В результате всех проведенных работ секвенировано 140 578 последовательностей, из которых после всех проверок отобрали 82 178 последовательностей (по 1057 в каждой библиотеке). С помощью оценки таксономического состава, индексов Шеннона, Chaol для оценки биоразнообразия и проведения сравнительного анализа сообществ рассчитаны  $\alpha$ - и  $\beta$ -разнообразия.

**Результаты и обсуждение.** Почвенные разрезы были заложены на целине, пастбище и пашне. Во всех случаях пробы отбирали из горизонтов по всему профилю (таблица 1).

Таблица 1 – Точки отбора почвенных образцов

№	Тип почвы	Вид угодья	Координаты GPS
1	Солонец мелкий тяжелосуглинистый	Целина	N 51° 11' 17.9'' E 051° 58' 59.2''
2	Солонец средний среднесуглинистый	Пастбище	N 51° 10' 28.1'' E 51° 18' 52.3''
3	Солонец средний тяжелосуглинистый	Пашня	N 51° 05.473' E 51° 18' 50.7''

Для выявления основных факторов влияющих на агроэкологическое состояние почв проведено морфологическое описание почв с целью выяснения особенностей условий почвообразования.

Таблица 2 – Показатели агрохимических исследований

№	Горизонт	Гумус, %	Ионный состав водной вытяжки							pH	Сумма солей, %
			ммоль*экв/100г.п / %								
			Ca	Mg	Na	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>		
Солонцы, целина											
1	A1 (0-6)	2,7	0,63 0,013	0,21 0,003	0,2 0,005	0,00 0,00	0,24 0,014	0,08 0,003	0,15 0,007	8,4	0,044
2	B1 (6-26)	2,1	0,63 0,013	0,09 0,001	0,10 0,002	0,00 0,00	0,24 0,015	0,05 0,002	0,11 0,005	8,5	0,037
3	B2 (26-80)	0,5	0,44 0,009	0,09 0,001	0,10 0,002	0,00 0,00	0,00 0,00	0,25 0,009	0,03 0,001	8,9	0,022
Солонцы, пастбище											
4	A1 (0-16)	2,6	0,56 0,011	0,09 0,001	0,80 0,018	0,00 0,00	0,22 0,013	0,10 0,003	0,38 0,018	8,3	0,065
5	B1 (16-31)	2,0	0,75 0,015	0,03 0,00	2,00 0,046	0,00 0,00	0,22 0,013	0,52 0,018	0,58 0,028	9,2	0,121
6	B2 (31-59)	0,5	0,75 0,015	0,15 0,002	7,9 0,182	0,00 0,00	0,24 0,01	5,15 0,183	0,00 0,00	8,9	0,396
7	Bк (59-94)	–	13,00 0,260	0,31 0,004	10,5 0,242	0,00 0,00	0,39 0,024	6,70 0,238	5,00 0,240	8,3	1,007
Солонцы, пашня											
8	Ап (0-13)	2,0	0,56 0,011	0,00 0,00	0,40 0,009	0,00 0,00	0,18 0,011	0,10 0,004	0,21 0,010	8,5	0,045
9	B1 (13-25)	1,7	0,69 0,014	0,00 0,00	0,32 0,007	0,00 0,00	0,24 0,014	0,07 0,002	0,16 0,007	8,6	0,045
10	B2 (25-53)	0,5	0,46 0,009	0,13 0,002	0,95 0,022	0,00 0,00	0,33 0,020	0,40 0,014	0,00 0,00	8,9	0,067

На целинном участке солонца содержание гумуса варьирует в пределах 2,7-0,5% вниз по профилю, по степени засоления - незасолен. Реакция среды вниз по профилю увеличивается до 8,98. Такое наблюдение по гумусу можно отметить и на пастбищных участках. Однако, рН в горизонте В1 достигает 9,28 и вниз по профилю засоленность увеличивается. Следует отметить, что в горизонте Вк на пастбище присутствуют в большом количестве катионы  $Ca^{2+}$  и  $Na^+$  и анионы  $Cl^-$  и  $SO_4^{2-}$ , что указывает на сильную засоленность. В пахотных почвах содержание гумуса несколько меньше по сравнению с целинными и пастбищными почвами. В верхнем Ап горизонте гумуса 2,0, вниз по профилю содержание снижается до 0,5%. На солонцовых почвах на протяжении долгого времени был интенсивный выпас скота, так как участки находятся на землях населенного пункта. При интенсивном выпасе скота обычно развиваются негативные физические процессы, такие как уплотненность, разрушение структуры, подверженность дефляции, смывости. Пахотные почвы долгое время использовались без применения органических и минеральных удобрений, что также значительно ухудшило структуру.

По данным рисунка 1 в процессе анализа микробных сообществ в почвенных образцах солонцов обнаружены представители 10 бактериальных фил: *Acidobacteria*, *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Chloroflexi*, *Firmicutes*, *Gemmatimonadetes*, *Nitrospirae*, *Planctomycetes*, *Proteobacteria* и *Verrucomicrobia*. Филы с относительной численностью менее 1%, такие как *Bacteroidetes*, *Nitrospirae*,

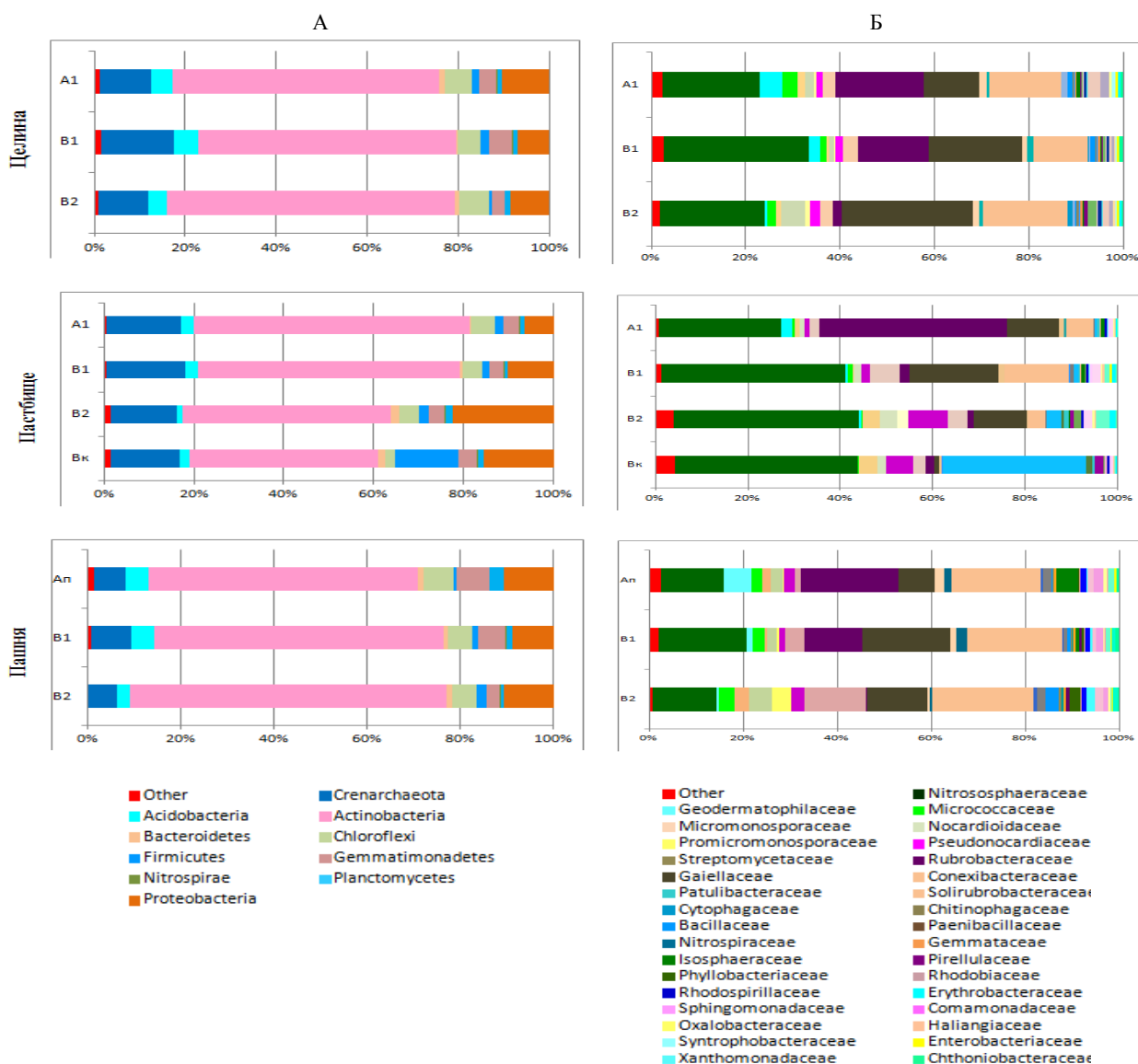


Рисунок 1 – Таксономическое разнообразие солонцов (на уровне филумов и семейства)



*Verrucomicrobia*, *Planctomycetes* считались редкими. Доля микроорганизмов с неизвестным таксономическим описанием составила в пределах 1%. Наиболее доминирующими филумами во всех образцах выступили *Actinobacteria* с представителями 19 семейств, с преобладанием *Gaiellaceae* (4,7-9,7%), *Rubrobacteraceae* (5,3-7,0%) и *Solirubrobacteraceae* (2,5-9,3%). Представители филы *Proteobacteria* 18 семейств оказались среди распространенных, в особенности на пастбищных землях (15,4%) и превысили целинный и пахотный участки на 6-7%. В целом достаточно равномерно распределились виды бактерий между филумами *Acidobacteria*, *Chloroflexi*, *Firmicutes*, *Gemmatimonadetes*. Домены *Archaea* во всех образцах представлены группой *Crenarchaeota* и была наивысшей в образце на пастбище (15,5%), превышая целину на 3% и пахотный участок на 8%. Отсюда следует, что содержание и уменьшение биоразнообразия по профилю обусловлено не только увеличением глубины и снижением содержания органического вещества, но и качественным изменением всей совокупности почвенных свойств, при переходе от органоминеральной к минеральной части почвенного профиля. Также следует отметить, что реакция среды (рН) признается одним из наиболее значительных факторов формирования почвенного микробного сообщества, так как рН по сравнению с другими климатическими и почвенными физико-химическими факторами преобладает в определении различий в количестве 16S рРНК и некоторых функциональных генов почвенного метабенома. Также в качестве ведущих факторов структуры микробного сообщества отмечаются и другие почвенные характеристики (влажность и содержание органического углерода).

Наиболее часто используемым для характеристики разнообразия сообществ индексом являются индексы Шеннона *Chao1*. Индексы биоразнообразия показывают численные показатели, рассчитанные на основе числа таксонов в исследуемом сообществе и числа сиквенсов в разных таксонах (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика  $\alpha$ -разнообразия в почвенных образцах

Образец	Сумма солей, %	Сиквенсы	Индекс <i>Chao1</i>	ОТЕ	Индекс Шеннона
1	0,044	3891	1552,73	474	7,74
2	0,037	3922	1657,97	442	7,46
3	0,022	2865	1444,67	451	7,66
4	0,065	1540	890,07	331	6,64
5	0,121	2972	1223,48	378	7,07
6	0,396	4630	997,47	348	7,08
7	1,007	2884	726,63	255	6,14
8	0,045	3992	1766,25	490	7,83
9	0,045	4605	1625,81	464	7,66
10	0,067	1057	751,39	326	7,17

При проведении молекулярно-генетического анализа было выявлено 82 178 прочтений нуклеотидных последовательностей, из них идентифицировано 1050 последовательностей операционных таксономических единиц (ОТЕ). Статистической разницы между образцами по количеству ОТЕ и индекса Шеннона не наблюдалось. Пастбищный участок в сравнении с целинным несколько отличается в оценке реального количества таксонов, в особенности нижний карбонатный горизонт. Так как горизонт сильно засолен доля бактерий в микробном сообществе уменьшается. Интересно, что мы не обнаружили значительных различий в  $\alpha$ -разнообразии между целинной и пахотным участком, несмотря на использование на них различных техник земледелия, так как именно использование техник земледелия увеличивает индексы  $\alpha$ -разнообразия отражающие видовое богатство и уменьшает индексы отражающие равномерность распределения ОТЕ. Данный факт можно объяснить тем, что вне зависимости от выбранной техники землепользования микробиом почв сельскохозяйственного назначения скорее всего представляет собой сообщество переходного типа характеризующееся бедностью таксономического состава, и связанными с ним с значимыми показателями  $\alpha$ -разнообразия. Также следует отметить, что большое количество обнаруженных, а также увеличение видов бактерий в почве сельхозугодий может быть вызвано внесением в почву микроорганизмов вместе с удобрениями.

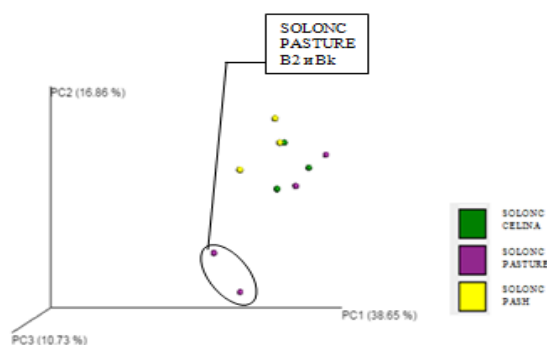


Рисунок 2 – Данные анализа  $\beta$ -разнообразия микробного сообщества в почвенных образцах солонцов

В результате проведения  $\beta$ -разнообразия основная часть образцов группировалась в соответствии физико-химическими параметрами почвы, лишь нижние горизонты пастбищного участка В2 и Вк кластеризировались вместе. Эти горизонты являются слабо и сильнозасоленными с высоким содержанием некоторых катионов и анионов. Возможно, что бактерии в нижних горизонтах способны выживать в неблагоприятных условиях, которые вызывают угнетение остального бактериального населения почвы. Также на структуру микробиома оказывает влияние не только тип почвы, но и значения физико-химических показателей, в том числе и pH, который является наиболее сильным фактором, определяющим таксономический состав микробиома.

**Выводы.** Таким образом, в результате проведенного нами исследования выявлена связь между абиотическими факторами и таксономическим составом микробного сообщества. Почвенный микробиом исследуемых почв определяется как физико-химическими параметрами почв, так и антропогенной нагрузкой на них. Проведенное исследование показывает, что почвы подверженные антропогенному воздействию достоверно различаются по таксономической структуре почвенных микробиомов, что дает возможность использования данных о структуре почвенных микробиомов в оценке агроэкологического статуса почв.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Robe P., Nalin R., Capellano C., Vogel T.M. Extraction of DNA from Soil of DNA from Soil // *Eur. J. Soil. Biol.* – 2003. – Vol. 39. – P. 183-190.
- [2] Daniel R. The Soil Metagenome-a Rich Resource for the Discovery of Novel Natural Products // *Current Opinion in Biotechnology.* – 2004. – Vol. 15, N 3. P. 199-204.
- [3] Doolittle W. Phylogenic Classification and the Universal Tree // *Science.* – 1999. – Vol. 284. – P. 2124-2128.
- [4] Манучарова, Н.А. Гидролитические прокариотные комплексы наземных экосистем. – М.: Университетская книга, 2014. – 272 с.
- [5] Torsvik V. Microbial diversity and function in soil: from genes to cosystems / V. Torsvik, L. Øvreås // *Current Opinion in Microbiology.* – 2002. – Vol. 5. – I. 3. – P. 240-245.
- [6] Castro H.F. Soil microbial community responses to multiple experimental climate change drivers / H. F. Castro, A. T. Classen, E. E. Austin, R. J. Norby, C. W. Schadt // *Applied and Environmental Microbiology.* – 2010. – Vol. 76, N 4. – P. 999-1007.
- [7] King A.J. Biogeography and habitat modelling of high-alpine bacteria / A. J. King, K. R. Freeman, K. F. McCormick, R. C. Lynch, C. Lozupone, R. Knight, S. K. Schmidt // *Nature Communications.* – 2010. – N 1. – P. 53.
- [8] Eilers K.G. Digging deeper to find unique microbial communities: The strong effect of depth on the structure of bacterial and archaeal communities in soil / K.G. Eilers, S. Debenport, S. Anderson, N. Fierer // *Soil Biology and Biochemistry.* – 2012. – Vol. 50. – P. 58-65.
- [9] Bru D. Determinants of the distribution of nitrogen-cycling microbial communities at the landscape scale / D. Bru, A. Ramette, N. P. Saby, S. Dequiedt, L. Ranjard, C. Jolivet, D. Arrouays, L. Philippot // *ISME Journal.* – 2011. – Vol. 5 – P. 532-542.
- [10] Landesman W.J. Soil properties and tree species drive  $\beta$ -diversity of soil bacterial communities / W. J. Landesman, D. M. Nelson, M. C. Fitzpatrick // *Soil Biology and Biochemistry.* – 2014. – Vol. 76. – P. 201-209.
- [11] Fierer N. The diversity and biogeography of soil bacterial communities / N. Fierer, R. B. Jackson // *PNAS.* – 2006. – Vol. 103, N 3. – P. 626-631.
- [12] Hartman W.H. Environmental and anthropogenic controls over bacterial communities in wetland soils / W. H. Hartman, C. J. Richardson, R. Vilgalys, G. L. Bruland // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* – 2008. – Vol. 105, N 46. – P. 17842-17847.

- [13] Lauber C.L. Pyrosequencing-based assessment of soil pH as a predictor of soil bacterial community structure at the continental scale / C. L. Lauber, M. Hamady, R. Knight, N. Fierer // *Applied and Environmental Microbiology*. – 2009. – Vol. 75, N 15. – P. 5111-5120.
- [14] Connon S.A. Bacterial diversity in hyperarid Atacama Desert soils / S. A. Connon, E. D. Lester, H. S. Shafaat, D. C. Obenhuber, A. Ponce // *Journal of geophysical research*. – 2007. – Vol. 112. – G04S17.
- [15] Drenovsky R.E. Soil water content and organic carbon availability are major determinants of soil microbial community composition / R. E. Drenovsky, D. Vo, K. J. Graham, K. M. Scow // *Microbial Ecology*. – 2004. – Vol. 48. – P. 424-430.
- [16] Brockett B.F.T. Soil moisture is the major factor influencing microbial community structure and enzyme activities across seven biogeoclimatic zones in western Canada / B. F. T. Brockett, C. E. Prescott, S. J. Grayston // *Soil biology and biochemistry*. – 2012. – Vol. 44. – I. 1. – P. 9-20.
- [17] Carson J.K. Low pore connectivity increases bacterial diversity in soil / J. K. Carson, V. Gonzalez-Quiñones, D. V. Murphy, C. Hinz, J. A. Shaw, D. B. Gleeson // *Applied and Environmental Microbiology*. – 2010. – Vol. 76, N 12. – P. 3936-3942.
- [18] Chau J.F. The effect of soil texture on richness and diversity of bacterial communities / J. F. Chau, A. C. Bagtzoglou, M. R. Willig // *Environmental Forensics*. – 2011. – Vol. 12. – I. 4. – P. 333-341.
- [19] Post W.M. Changes in soil organic carbon and nitrogen as a result of cultivation / W. M. Post, L. K. Mann // *Soils and the Greenhouse Effect*. – New York: John Wiley and Sons, 1990. – P. 401-407.
- [20] Murty D. Does conversion of forest to agricultural land change soil carbon and nitrogen? A review of the literature / D. Murty, M. U. F. Kirschbaum, R. E. McMurtrie, A. McGilvray // *Global Change Biology*. – 2002. – Vol. 8. – I. 2. – P. 105-123.
- [21] Hollister E.B. Shifts in microbial community structure along an ecological gradient of hypersaline soils and sediments / E. B. Hollister, A. S. Engledow, A. J. M. Hammett, T. L. Provin, Wilkinson H. H., Gentry T. J. // *The ISME Journal*. – 2010. – Vol. 4. – P. 829-838.
- [22] Chowdhury S.P. Diversity of 16S-rRNA and nifH genes derived from rhizosphere soil and roots of an endemic drought tolerant grass, *Lasiurus sindicus* / S. P. Chowdhury, M. Schmid, A. Hartmann, A. K. Tripathi // *European journal of soil biology*. – 2009. – Vol. 45. – I. 1. – P. 114-122.
- [23] Bates S.T. Examining the global distribution of dominant archaeal populations in soil / S.T. Bates, J.G. Berg-Lyons, W.A. Caporaso et al. // *ISME Journal*. – 2010. – Vol. 5. – P. 908-917.
- [24] Caporaso J.G. QIIME allows analysis of highthroughput community sequencing data / J.G. Caporaso, J. Kuczynski, J. Stombaugh et al. // *Nature methods*. – 2010. – V. 7(5). – P. 335-336.

#### REFERENCES

- [1] Robe P., Nalin R., Capellano C., Vogel T.M. Extraction of DNA from Soil of DNA from Soil // *Eur. J. Soil. Boil.* 2003. Vol. 39.P. 183-190.
- [2] Daniel R. The Soil Metagenome-a Rich Resource for the Discovery of Novel Natural Products // *Current Opinion in Biotechnology*. 2004. Vol. 15, N 3. P. 199-204.
- [3] Doolittle W. Phylogenetic Classification and the Universal Tree // *Science*. 1999. Vol. 284. P. 2124-2128.
- [4] Manucharov N.A. Hydrolytic prokaryotic complexes of terrestrial ecosystems. M.: Universitetskaya kniga, 2014. P. 272.
- [5] Torsvik V. Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems / V. Torsvik, L. Øvreås // *Current Opinion in Microbiology*. 2002. Vol. 5. I. 3. P. 240-245.
- [6] Castro H.F. Soil microbial community responses to multiple experimental climate change drivers / H. F. Castro, A. T. Classen, E. E. Austin, R. J. Norby, C. W. Schadt // *Applied and Environmental Microbiology*. 2010. Vol. 76, N 4. P. 999-1007.
- [7] King A.J. Biogeography and habitat modelling of high-alpine bacteria / A. J. King, K. R. Freeman, K. F. McCormick, R. C. Lynch, C. Lozupone, R. Knight, S. K. Schmidt // *Nature Communications*. 2010. N 1. P. 53.
- [8] Eilers K.G. Digging deeper to find unique microbial communities: The strong effect of depth on the structure of bacterial and archaeal communities in soil / K.G. Eilers, S. Debenport, S. Anderson, N. Fierer // *Soil Biology and Biochemistry*. 2012. Vol. 50. P. 58-65.
- [9] Bru D. Determinants of the distribution of nitrogen-cycling microbial communities at the landscape scale / D. Bru, A. Ramette, N. P. Saby, S. Dequiedt, L. Ranjard, C. Jolivet, D. Arrouays, L. Philippot // *ISME Journal*. 2011. Vol. 5. P. 532-542.
- [10] Landesman W.J. Soil properties and tree species drive  $\beta$ -diversity of soil bacterial communities / W. J. Landesman, D. M. Nelson, M. C. Fitzpatrick // *Soil Biology and Biochemistry*. 2014. Vol. 76. P. 201-209.
- [11] Fierer N. The diversity and biogeography of soil bacterial communities / N. Fierer, R. B. Jackson // *PNAS*. 2006. Vol. 103, N 3. P. 626-631.
- [12] Hartman W.H. Environmental and anthropogenic controls over bacterial communities in wetland soils / W. H. Hartman, C. J. Richardson, R. Vilgalys, G. L. Bruland // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2008. Vol. 105, N 46. P. 17842-17847.
- [13] Lauber C.L. Pyrosequencing-based assessment of soil pH as a predictor of soil bacterial community structure at the continental scale / C. L. Lauber, M. Hamady, R. Knight, N. Fierer // *Applied and Environmental Microbiology*. 2009. Vol. 75, N 15. P. 5111-5120.
- [14] Connon S.A. Bacterial diversity in hyperarid Atacama Desert soils / S. A. Connon, E. D. Lester, H. S. Shafaat, D. C. Obenhuber, A. Ponce // *Journal of geophysical research*. 2007. Vol. 112. G04S17.
- [15] Drenovsky R.E. Soil water content and organic carbon availability are major determinants of soil microbial community composition / R. E. Drenovsky, D. Vo, K. J. Graham, K. M. Scow // *Microbial Ecology*. 2004. Vol. 48. P. 424-430.

[16] Brockett B.F.T. Soil moisture is the major factor influencing microbial community structure and enzyme activities across seven biogeoclimatic zones in western Canada / B. F. T. Brockett, C. E. Prescott, S. J. Grayston // Soil biology and biochemistry. 2012. Vol. 44. I. 1. P. 9-20.

[17] Carson J.K. Low pore connectivity increases bacterial diversity in soil / J. K. Carson, V. Gonzalez-Quiñones, D. V. Murphy, C. Hinz, J. A. Shaw, D. B. Gleeson // Applied and Environmental Microbiology. 2010. Vol. 76, N 12. P. 3936-3942.

[18] Chau J.F. The effect of soil texture on richness and diversity of bacterial communities / J. F. Chau, A. C. Bagtzoglou, M. R. Willig // Environmental Forensics. 2011. Vol. 12. I. 4. P. 333-341.

[19] Post W.M. Changes in soil organic carbon and nitrogen as a result of cultivation. / W. M. Post, L. K. Mann // Soils and the Greenhouse Effect. New York: John Wiley and Sons, 1990. P. 401-407.

[20] Murty D. Does conversion of forest to agricultural land change soil carbon and nitrogen? A review of the literature / D. Murty, M. U. F. Kirschbaum, R. E. McMurtrie, A. McGilvray // Global Change Biology. 2002. Vol. 8. I. 2. P. 105-123.

[21] Hollister E.B. Shifts in microbial community structure along an ecological gradient of hypersaline soils and sediments / E. B. Hollister, A. S. Engledow, A. J. M. Hammett, T. L. Provin, Wilkinson H. H., Gentry T. J. // The ISME Journal. 2010. Vol. 4. P. 829-838.

[22] Chowdhury S.P. Diversity of 16S-rRNA and nifH genes derived from rhizosphere soil and roots of an endemic drought tolerant grass, *Lasiurus sindicus* / S. P. Chowdhury, M. Schmid, A. Hartmann, A. K. Tripathi // European journal of soil biology. 2009. Vol. 45. I. 1. P. 114-122.

[23] Bates S.T. Examining the global distribution of dominant archaeal populations in soil / S.T. Bates, J.G. Berg-Lyons, W.A. Caporaso et al. // ISME Journal. 2010. Vol. 5. P. 908-917.

[24] Caporaso J.G. QIIME allows analysis of highthroughput community sequencing data / J.G. Caporaso, J. Kuczynski, J. Stombaugh et al. // Naturemethods. 2010. Vol. 7(5). P. 335-336.

### Н. Х. Сергалиев, А. Г. Нагиева

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал, Қазақстан,  
Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан

### ЖОҒАРЫ ӨНІМДІ СЕКВЕНЕРЛЕУ ӘДІСІМЕН БАТЫС ҚАЗАҚСТАН СОРТАНДЫ ТОПЫРАҒЫНЫҢ МИКРОБИОМЫН БАҒАЛАУ

**Аннотация.** Бейіні бойынша биоалуантүрліліктің құрамы мен төмендеуі органикалық заттардың терендікпен жоғарлауы және құрамымының төмендеуімен, сонымен қатар топырақ бейінің органикалық-минералдықтан минералдыққа ауысқандағы топырақ қасиеттерінің барлық жиынтығының сапалы өзгеруімен негізделеді.

**Түйін сөздер:** топырақ, жоғары өнімді секвенерлеу әдісі, метагеномика, топырақ микробиомы, микробты биоалуантүрлілік.

#### Сведения об авторах:

Сергалиев Нурлан Хабибуллович – кандидат биологических наук, ассоциированный профессор, e-mail: nurlan-sergaliev@yandex.ru

Нагиева Алия Галымжановна – PhD докторант специальности 6D080800–«Почвоведение и агрохимия» Казахского Национального аграрного университета, магистр почвоведения и агрохимии, e-mail: nagievaliya@mail.ru

---

**Publication Ethics and Publication Malpractice  
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://agricultural.kz/>

Редактор *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. М. Апендиев*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 20.06.2017.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
7,2 п.л. Тираж 300. Заказ 4.