

Тлеукеева А.Е., PhD, основной автор, <https://orcid.org/0000-0001-8821-8845>

НАО «Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, г. Шымкент, ул. Тауке хана, 5, X13F808, Республика Казахстан, aseltleukeyeva@mail.ru

Исаева А.У., доктор биологических наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0001-8323-3982>

Частное учреждение «Университет Шымкент», г.Шымкент, ул. Жібек Жолы, 131, X06M0H2, Республика Казахстан, akissayeva@mail.ru

Алпамысова Г.Б., кандидат сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0002-1533-0366>

НАО «Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, г. Шымкент, ул. Тауке хана, 5, X13F808, Республика Казахстан, xap68@mail.ru

Нагиева А.Г., PhD, <https://orcid.org/0000-0001-5381-8541>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана», Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Республика Казахстан, nagievaliya@mail.ru

НАО «Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, г. Шымкент, ул. Тауке хана, 5, X13F808, Республика Казахстан, xap68@mail.ru

Исаев Е.Б., кандидат биологических наук, <https://orcid.org/0000-0001-7536-5643>

НАО «Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, г. Шымкент, ул. Тауке хана, 5, X13F808, Республика Казахстан, erzhanisaev@mail.ru

Тлеукеев Ж.А., кандидат исторических наук, <https://orcid.org/0009-0007-1247-7083>

НАО «Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, г. Шымкент, ул. Тауке хана, 5, X13F808, Республика Казахстан, tleukeev77@bk.ru

Tleukeyeva A.Ye., PhD, the main author, <https://orcid.org/0000-0001-8821-8845>

«South Kazakhstan University named after M. Auezov», X13F808, Tauke Khan Avenue 5, Shymkent, Republic of Kazakhstan, aseltleukeyeva@mail.ru

Issayeva A.U., Doctor of biological sciences, professor, <https://orcid.org/0000-0001-8323-3982>

«Shymkent university», Shymkent, Zhibek zholy st., 131, X06M0H2, Republic of Kazakhstan, akissayeva@mail.ru

Alpamysova G.B., Candidate of Agricultural Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-1533-0366>

«South Kazakhstan University named after M. Auezov», X13F808, Tauke Khan Avenue 5, Shymkent, Republic of Kazakhstan, xap68@mail.ru

Nagiyeva A. G., PhD, <https://orcid.org/0000-0001-5381-8541>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, nagievaliya@mail.ru

Issayev Ye.B., Candidate of biological sciences, <https://orcid.org/0000-0001-7536-5643>

«South Kazakhstan University named after M. Auezov», X13F808, Tauke Khan Avenue 5, Shymkent, Republic of Kazakhstan, erzhanisaev@mail.ru

Tleukeyev Zh.A., Candidate of historical sciences, <https://orcid.org/0009-0007-1247-7083>

«South Kazakhstan University named after M. Auezov», X13F808, Tauke Khan Avenue 5, Shymkent, Republic of Kazakhstan, tleukeev77@bk.ru

ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА ЗАКОНОМЕРНОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГИДРОБИОНТОВ В МАЛЫХ РЕКАХ ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В статье приведены результаты экологического мониторинга малых рек агропромышленных зон Туркестанской области. Проблема влияния антропогенных факторов на распространение гидробионтов является одной из экологических проблем юга Казахстана. Распространение гидробионтов в малых реках Туркестанской области зависит от таких факторов, как минеральное и органическое загрязнение воды, погодноклиматические условия и характеристики использованных химических соединений в сельском хозяйстве. Установлены резкие колебания в численности гидробионтов рек предгорной местности – Машат, Кушата, выявлены процессы активной эвтрофикации рек Бадам, Келес,

Кошкар ата. Установлено, что численность альгофлоры прямо коррелирует с бактериальной обсемененностью рек Туркестанской области. Установлено, что основным загрязнителем водных ресурсов Туркестанской области являются химические реагенты, неиспользованная часть которых аккумулируется в почвах и водах агропромышленных районов. Установлено, что на изменение структуры гидробиоценозов малых рек области влияют не только сельскохозяйственные воды, но и температурный режим воды, погодно-климатические и ландшафтные условия местности. Изучено распространение зеленых микроводорослей в малых реках юга Казахстана, было выделено 68 изолятов зеленых микроводорослей, относящиеся к родам *Chlorella*, *Botryococcus*, *Scenedesmus*, *Desmodesmus*, *Chlamydomonas*, *Oocystis*, *Parachlorella*.

ANNOTATION

The article presents the results of environmental monitoring of small rivers in the agro-industrial zones of the Turkestan region. The problem of the influence of anthropogenic factors on the distribution of hydrobionts is one of the environmental problems of the south of Kazakhstan. The distribution of hydrobionts in small rivers of the Turkestan region depends on such factors as mineral and organic pollution of water, weather and climate conditions and characteristics of the chemical compounds used in agriculture. Sharp fluctuations in the number of hydrobionts in the rivers of the mountainous area - Mashat, Kushata, were established, the processes of active eutrophication of the Badam, Keles, Koshkar Ata rivers were revealed. It was found that the number of algal flora directly correlates with the bacterial contamination of the rivers of the Turkestan region. It was found that the main pollutant of water resources of the Turkestan region are chemical reagents, the unused part of which accumulates in the soils and waters of agro-industrial areas. It has been established that not only agricultural waters but also the temperature regime of water, weather and climate conditions and landscape conditions of the area influence changes in the structure of hydrobiocenoses of small rivers in the region. The distribution of green microalgae in small rivers in the south of Kazakhstan has been studied, 68 isolates of green microalgae belonging to the genera *Chlorella*, *Botryococcus*, *Scenedesmus*, *Desmodesmus*, *Chlamydomonas*, *Oocystis*, *Parachlorella* have been isolated.

Ключевые слова. Гидробионты, альгофлора, пресные воды, малые реки, сельскохозяйственные сточные воды.

Key words: Hydrobionts, algoflora, freshwater, small rivers, agricultural wastewater.

Введение. На формирование гидробиоценозов области влияют различные природные факторы как гидрологические, гидротермические и гидрохимические параметры водотока, которые сильно варьируют от географически-ландшафтного уровня местности, по которой протекают исследуемые реки [1]. Кроме того, в этом же направлении растет уровень антропогенной нагрузки на водоемы, который связан с хроническим поступлением сточных вод из населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий. Антропогенное поступление тяжелых металлов в окружающую среду резко возросло за последнее столетие, что связано не только с непрерывно растущими объемами производства металлов, но и эрозионными процессами, происходящими в районах складирования минеральных и техногенных отходов, включающих различные химические реагенты, используемые в сельском хозяйстве [2-3]. Распределение химических элементов в природных средах определяется многими факторами. Даже в отсутствии внешней антропогенной нагрузки содержание химических элементов и их соединений в природных субстратах зависит от их состава, а также естественных условий, обуславливающих накопление и миграцию вещества. Среди них определяющими являются метеорологические, ландшафтно-геохимические условия, условия водной миграции в гипергенных условиях, распределение элементов в средах определяется также физико-химическими процессами: диффузией, инфильтрацией, механическим переносом, биохимическими и химическими реакциями [4]. В естественных условиях при сложившемся относительном равновесии процессов, происходящих в природе, скорость изменения содержаний элементов практически не заметна.

В промышленных районах в условиях интенсивной антропогенной нагрузки на окружающую среду нарушается естественное равновесие во всех геосферах [5]. Размеры и

интенсивность формирующихся при этом ареалов загрязнения определяются гидрогеологической, геологической и ландшафтно-геохимической ситуацией в районе, что было показано, например, для одного из горно-добывающих регионов Армении [6]. Одним из наиболее существенных факторов загрязнения водных ресурсов во всех постсоветских государствах являются свалки техногенных и бытовых отходов, остаточные воды с сельскохозяйственных угодий и т.п., где возможно формирование устойчивых металлорганических соединений [7].

При проведении гидробиологического обследования водоемов нельзя не учитывать роль высших водных растений, которые формируют экологические биотопы, структура которых сильно варьирует от химического состава воды, как следствие, меняется и структура альгопопуляции таких биотопов. При изучении ареалов распространения гидробионтов в малых реках юга Казахстана были проведены гидрохимические и гидробиологические исследования, исследовано влияние антропогенного пресса на изменение структуры гидробиоценозов. Гидрохимические исследования проводились с целью определения характера загрязнения водной среды, гидробиологические исследования преследовали цель – изучение влияния сельскохозяйственных сточных вод на формирование специфических гидробиоценозов.

Материалы и методы исследования. Для проведения сравнительного анализа гидробиоценоза и изучения особенностей распространения организмов-гидробионтов в природных водоемах юга Казахстана в качестве объектов исследования были выбраны малые реки: Келес, Арысь, Машат, Кушата, Кошкар-Ата, Бадам.

Пробы воды отбирались согласно методическим руководствам (ГОСТ 18826-73, 4388-72, 18293-72, 18309-72, 4245-72, 3351-74, 4979-49, 4151-72 и 18293-73).

Элементарный состав отходов определялся с помощью ICP, объемно-весовые параметры и структура посредством электронно-растрового микроскопа марки JSM 649LV Jeol (Япония). Микроанализ был проведен с помощью микродисперсной системы марки INCA Energy 350 OXFORD Instruments (Великобритания), анализ на территории HKL Basis был реализован с использованием системы поликристаллического анализа.

Микроскопирование препаратов проводилось с помощью микроскопа «Биомед-5» с объективом 10×; 40×; 100× с использованием иммерсионного масла (ГОСТ 28489-90). Изучение пробы воды осуществлялось при помощи препарата «раздавленной капли». При этом были использованы обезжиренные покровные и предметные стекла размером соответственно 75×25 мм и 18×18 мм, пипетки на 1 и 2 мм. Для изучения подвижных гидробионтов был применен слабый раствор KI с целью их фиксации.

Таксономический анализ проводился на основе определителей [8]. Для видеофиксации изучаемых объектов использовался фотоаппарат (Samsung Digimax S600).

Таксономическую принадлежность бактерий проводили по «Определителю бактерий Берджи», микромицетов по «Определителю патогенных и условно патогенных грибов». Морфология микромицетов определялись по колониям на чашках Петри. При описании колоний учитывались форма, поперечный срез, края, текстура, цвет, пигментная диффузия на агаре.

Результаты и обсуждение. Туркестанская область является одной из крупных агропромышленных регионов Казахстана, где для эффективного управления агропромышленным комплексом используются различные химические реагенты: пестициды, удобрения и т.д. Химические реагенты, используемые в сельском хозяйстве, являются одними из основных загрязнителей окружающей среды в Туркестанской области (ТО), которые оказывают серьезное воздействие на окружающую среду. Известно, что значительное количество применяемых реагентов остается неиспользованным и, из-за процессов водно-ветровой эрозии, попадает в почву и системы орошения. Миграционные процессы сельскохозяйственных реагентов в агропромышленных экосистемах, в целом, предсказуемы и изучены достаточно разнопланово. Известно о большом пуле аккумулированных в почвах ионов фосфора, в недоступных для растений формах [9], о нитритном загрязнении почв и вод [10] и т.д. С другой стороны, исследована роль биологических объектов в самовосстановлении

водных экосистем. Так, по результатам исследований было установлено, что водные макрофиты малых рек Туркестанской области представлены такими видами как *Cerathophyllum demersum*, *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Phragmites australis*, *Epilobium adnatum*, которые являются эффективными фитомелиорантами, значительно снижающие содержание основных загрязнителей в водоемах [11]. Анализ гидромакрофитов, произрастающих в малых реках ТО, загрязненных сельскохозяйственными сточными водами, показал, что морфометрические показатели одних и тех же видов растений существенно различаются в зависимости от уровня общей минерализации водной среды в разных реках, что может быть использовано как биоиндикационные критерии оценки состояния загрязнения вод. Так, например, было установлено, что такие виды растений как *Azolla caroliniana* Willd. и *Veronica beccabunga* L. могут быть использованы для биоиндикации содержания ионов свинца в водной среде. Растения необходимо вводить в тестируемые водные растворы в количестве $1,0 \pm 0,1$ кг/м³ и $1,8 \pm 0,1$ кг/м³ соответственно, чтобы полностью покрыть толщу воды на разных глубинах. Первые морфологические изменения в растениях, в виде разрушения структуры хлоропластов по краям развернутых листьев у *Azolla caroliniana* Willd. и легкое увядание нижних подводных листьев у *Veronica beccabunga* L., происходят уже при содержании Pb^{2+} в воде 1,5 мг/л, и дальнейшее увеличение содержания ионов свинца в воде до 600,0–800,0 мг/л приводит к гибели растений [12]. Кроме того, было обнаружено, что и водоросли можно использовать в качестве индикаторов загрязнения водной среды. Например, известен способ сравнительной оценки качества водной среды по содержанию тяжелых металлов [13], согласно которому собирают макрофиты и подготавливают пробы для определения в них содержания тяжелых металлов. В качестве биоиндикатора используют микроводоросли эпифитона. Для повышения точности способа микроводоросли эпифитона тщательно смывают с талломов макрофитов и фильтруют, используя капроновый фильтр с диаметром не более 100 мкм. Отфильтрованную пробу отстаивают, затем осадок количественно переносят в фарфоровую чашку и высушивают при $85,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$, позднее сухой остаток растворяют в азотной кислоте и выпаривают. Содержание тяжелых металлов в пробе проводят методом атомной адсорбции. Полученные данные сравнивают с данными условно-фонового района. Или оценивают уровень загрязненности водной среды с помощью макроводорослей в течение суток, при этом, водоросли инкубируют в морской среде в течение суток, затем извлекают, отжимают, биомассу высушивают до постоянной массы, озоляют, фильтруют, растворяют [14-15]. В конечном итоге, определяют содержание тяжелых металлов в зольной массе. Модификацию данного способа можно вполне использовать как способ очистки водных растворов от тяжелых металлов.

Учитывая специфику развития агропромышленного комплекса на территории Туркестанской области, приоритетными загрязнителями почв региона являются различные виды пестицидов: хлорорганические, металлоорганические инсектициды, гербициды, дефолианты и т.д.; удобрения: азотные, калийные и фосфорсодержащие; различные химические реагенты, содержащие нефтепродукты и тяжелые металлы: свинец, цинк, медь, мышьяк, кадмий и т.д.

Исследования показали, что основными источниками загрязнения малых рек Туркестанской области, протекающими через агропромышленные районы, является сброс твердых и жидких отходов от населенных пунктов, поверхностные стоки с сельскохозяйственных площадей. Состав загрязнителей представлен нитратами, нитритами, сульфатами, нефтепродуктами, хлоридами, ионами свинца, цинка, магния и других тяжелых металлов, содержание которых местами превышает ПДК в 1,5-5,0 раз. Например, загрязнение реки Келес происходит из-за сброса в воды сточных вод животноводческих комплексов. Воды р. Бадам постоянно загрязняются ионами свинца и цинка из-за водно-ветровой эрозии в районе складирования свинцово-цинковых шлаков в Абайском районе. Река Кошкар-Ата со своей уникальной траекторией течения через весь г.Шымкент, загрязняется органическими ингредиентами в районах частных жилых массивов.

Антропогенное загрязнение природной среды зоны влияния производств на территории области имеет весьма сложный и многоплановый характер, что обуславливается наличием на исследуемой территории многих источников загрязнения [16-18]. Основным местом депонирования газопылевых выбросов является верхний слой мощностью 1-2 см почвенного покрова, который не только разделяет две принципиально различные среды, но и играет

важнейшую роль в определении дальнейших путей миграции при накоплении элементов антропогенных выбросов. Слой осаждения атмосферных выпадений является индикатором, фиксирующим общую картину загрязнения территории и позволяющий на современном приборно-аналитическом уровне наметить основные тенденции и закономерности распределения в результате производственно-хозяйственной деятельности ряда элементов, которые не свойственны почвам в естественных ландшафтах в наблюдаемых концентрациях.

Анализ таксономической структуры фитопланктона малых рек Туркестанской области показал, что основными отделами водорослей являются *Chlorophyta* (зеленые водоросли), *Cyanophyta* (сине-зеленые водоросли) и *Diatomophyta* (диатомовые водоросли). Процентное соотношение этих отделов составляет примерно 47% для *Chlorophyta*, 27% для *Cyanophyta* и 26% для *Diatomophyta*. В исследованиях были выявлены основные семейства водорослей, которые представлены в водоемах. Это *Naviculaceae*, *Fragillariaceae*, *Anabaeeaceae*, *Nitzschiaceae* и *Oscillatoriaceae*. Также было отмечено, что роды *Cocconeis*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra*, *Scenedesmus* и *Tetraedron* имеют наибольшее разнообразие в фитопланктоне [19-20]. Одним из основных лимитирующих факторов для разнообразия фитопланктона является температура окружающей среды. Определенные сезонные изменения в составе сообщества и уровне развития фитопланктона были выявлены в разные вегетационные сезоны. Весной и осенью доминировали диатомовые водоросли при более низкой температуре воды, в то время как в теплые периоды лета преобладали зеленые и сине-зеленые водоросли при высокой температуре воды. Исследования проводились преимущественно в летний период и начало осени, что может объяснять значительные различия в составе сообщества и уровне развития фитопланктона в разные сезоны. Например, после пика роста диатомовых водорослей в начале лета, средняя численность фитопланктона резко снизилась. Также было замечено, что в осенний период не наблюдалось массового развития цианобактерий, что могло быть связано с низкими температурами и недостаточным содержанием биогенных элементов в воде (рисунок 1).

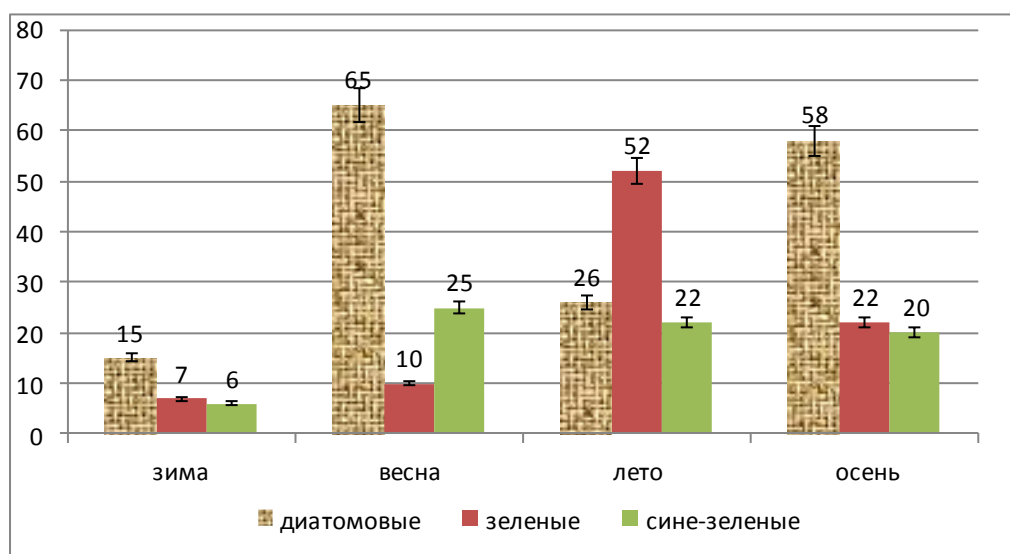


Рисунок 1 – Сезонная динамика распространения водорослей в водоемах юга Казахстана

Альгологическое обследование ряда малых рек Туркестанской области выявило зависимость изменения структуры альгопопуляции от уровня загрязнения водоемов.

Река Кушата, из исследуемых рек, относится к самым чистым с ИЗВ $0,95 \pm 0,13$. Содержание основных элементов находится в пределах ПДК. Локальные загрязнения органическими примесями из-за аэрации и инсоляции незначительны. Основными загрязнителями водной среды являются ионы магния и сульфаты, определяющие жесткость воды, содержание которых не превышает значений ПДК. Незначительное содержание органических веществ и низкая температура воды являются лимитирующим факторами для скорости биохимических процессов с показателями БПК₅ – от $0,6 \pm 0,03$ мг О₂/дм³

до $1,05 \pm 0,04$ мг $O_2/дм^3$ и при формировании альгоценозов, адаптированных к таким условиям. Как закономерность, в водах реки единично отмечены 2 вида диатомовых водорослей, 2 вида зеленых водорослей и представители 7 видов протозоофауны. В небольших лагунах обнаружены скопления *Spirogyra sp.* Река, несмотря на температурные колебания, промерзает до $6,0 \pm 0,5$ см, однако, возможно, из-за минерализации сохраняет оптимальные условия для жизнедеятельности гидробионтов. Поэтому колебания по сезонной численности организмов – гидробионтов не резкие. Сохраняют жизнедеятельность диатомовые водоросли и амёбы.

Река Бадам с ИЗВ $3,80 \pm 0,14$, соответствующие второму биотопу, протекает через производственные районы Туркестанской области и загрязняется ионами тяжелых металлов, фосфатами, сульфатами и хлоридами. Колебания температуры воды значительные, в зимние месяцы от $2,5 \pm 0,2^\circ C$, в летние – до $17,0 \pm 1,5^\circ C$. Так, в результате проведенных исследований была установлена сезонная динамика колебаний содержания тяжелых металлов в воде р. Бадам, связанная с поступлением поверхностных ливневых стоков с территории АО «Южнополиметалл» (ЮПМ). У устья реки гидрохимические показатели вод соответствуют пятому классу чистоты – грязные, что впоследствии определяет качество вод р. Бадам. В средней части реки воды классифицируются как умеренно загрязненные. Было установлено, что в теплый период содержание меди, цинка и свинца в водах р. Бадам превышает ПДК в $2,4 \pm 0,2$ раза. В данном водоеме обнаружены *Chlorella vulgaris*, *Chlorococcus sp.*, *Spirogyra sp.*

Результаты анализов показали, что ввода участка реки на границе города содержание тяжелых металлов не превышает значений ПДК. Основное загрязнение представлено нитратами $-11,5 \pm 1,1$ мг/л и нитритами $0,04 \pm 0,00$ мг/л, которые поступают в реку с водами рек Тогус и Ленгерсай. Наиболее грязный участок реки, протекающий по территории промышленной зоны АО «Южнополиметалл», где отмечается превышение концентрации загрязнителей по ПДК: сульфаты – в $3,2 \pm 0,3$ раза; нитриты – в $2,1 \pm 0,2$ раза; магний – в $2,0 \pm 0,1$ раза; свинец – в $3,5 \pm 0,3$ раза, кадмий – в $3,0 \pm 0,2$ раза и цинк – в $3,5 \pm 0,2$ раза. Содержание органических веществ скачкообразно повышается после поступлений вод р. Кошкар-Ата.

По результатам альгологического исследования было установлено, что в пробах преобладают диатомовые водоросли: *Microcystis sp.*, *Navicula lanceolata*, *Pinnularia sp.* Из нитчатых макроскопических водорослей был обнаружен вид *Spirogyra portocalis*. Протозоофауна представлены видами *Aspidisca costata*, *Euplotes patella*, *Bodo lens*, *Stylochya mytilus*, из беспозвоночных единично отмечены малощетинковые *Aelosoma tenebratum* и круглые черви *Nematoda sp.* Изучение сезонной динамики изменения численности простейших и альгофлоры показало, что наибольшее количество видов встречается в летний период, когда отмечены высокие показатели температуры воздуха и воды.

По результатам альгологического исследования реки Арысь с ИЗВ $2,1 \pm 0,1$, отнесенного к умеренно загрязненным водам. Также, было установлено, что воды бассейна реки Арысь загрязнены, в основном, ионами магния, меди, цинка, нитритами, ионами аммония и нефтепродуктами, среднегодовые концентрации которых превышают норму ПДК в 5,1 раз. В соответствии с показателями индекса загрязненности от $0,3 \pm 0,01$ до $2,8 \pm 0,2$, воды р. Арысь относятся к третьему классу чистоты – умеренно – загрязненные. Уровень загрязненности вод реки Арысь возрастает по мере принятия вод основных ее притоков. По мере увеличения количества впадающих в нее притоков меняются количественные и качественные показатели загрязненности вод, которые также варьируют по сезонам года. Гидробиологический анализ показал, аналогичные результаты с рекой Бадам. Так, в пробах были обнаружены в большом количестве *Microcystis sp.*, *Navicula lanceolata*, *Pinnularia sp.* Из зеленых водорослей преобладала только *Spirogyra sp.*

В среднем течении реки, основными загрязнителями вод являются нитраты, обнаруженные в количестве $52,3 \pm 4,1$ мг/л, что в разы превышает показатели ПДК $9,1 \pm 0,8$ мг/л, отмечено превышение ПДК и по другим ингредиентам.

Изучение сезонной динамики распространения гидробионтов в реке Арысь показало, что наибольшее количество видов альгофлоры и простейших встречается в летний период, когда отмечены высокие показатели температуры воздуха и воды.

Исследования воды в зимний период не обнаружили *Microcystis sp.*, *Bodo lens*, *Stylonichia mytilus*. В незначительном количестве выявлены *Navicula lanceolata*, *Pinnularia sp.*, *Aspidisca costata*, *Euplotes patella*. Черви и нитчатые водоросли не обнаружены. Численность организмов-

гидробионтов р.Арысь изменяется незначительно, что можно объяснить ландшафтными условиями и более мягкими температурными колебаниями. В пробах воды обильно встречаются мелкие амебы, единично и редко обнаруживаются эвгленовые водоросли. Альгообрастания отмечены только на прибрежных камнях и ветках и представлены спирогирой. Русло реки находится в глинистом ущелье, что смягчает действие природных факторов. Однако, в весенний период из-за повышения мутности воды за счет попадания лессовых пород, снижается фотосинтетическая активность водорослей, что и объясняет снижение их титра.

Основными источниками загрязнения реки Келес являются сточные воды сельскохозяйственных угодий. В настоящее время семь коллекторов с орошаемых земель сбрасывают сточные воды в реку Келес. Вода содержит сульфаты, нитриты, медь и магний как основные загрязняющие вещества. Концентрация этих веществ превышает допустимые нормы: сульфаты - в 8,7 раз, нитраты - в 1,5 раза, медь - в 6,2 раза, магний - в 2,9 раза. Микроскопический анализ воды реки Келес показал, что в большом количестве встречаются диатомовые водоросли, особенно вид *Nitzschia* sp. Встречаются также зеленые водоросли, включая зигмевые и протококковые водоросли. В простейших обнаружено 7 видов амеб, что указывает на дефицит растворенного кислорода в водной среде.

Основными загрязнителями реки Машат являются сельскохозяйственные и бытовые сточные воды с превышением уровня загрязнения в устье реки по ПДК для сульфатов, нитратов и нитритов в 13,8 раза. Значение БПК₅ составляет 8,8 мг О₂/л. В устье реки перед сливанием с рекой Арысь качество воды соответствует третьему классу их загрязнения - умеренно загрязненные воды. Альгологическое исследование вод реки Машат с ИЗВ 2,40±0,11, согласно которому воды классифицируются как умеренно загрязненные, показало 4 вида диатомовых, 4 вида зеленых водорослей и 1 вид сине-зеленых. В пробе преобладали нитчатые зеленые водоросли – зигмевые *Cladophora refracta*, *Spirogyra porticalis* и протококковые *Chlorococcus* sp., *Chlorella vulgaris*. Процессы эвтрофикации способствуют развитию амеб *Amoeba limax*, *A. radiosa* и кольчатых червей *Nematoda* sp. На мелководе часто встречается *Euglena acus*. Река Машат из-за нахождения в предгорной зоне, испытывает сильное воздействие от температурных колебаний, верхняя часть реки в морозный период промерзает, что препятствует развитию организмов-гидробионтов. Данный фактор является лимитирующим фактором для жизнеспособности организмов в зимний период.

Река Кошкар-ата является модельным водоемом для исследования влияния гидрохимических показателей на гидробионты. Она подвержена загрязнению от неорганизованного сброса мусора и сточных вод. Гидробиологический анализ показывает, что вода в реке относится к пятому классу - очень грязные воды. Основными загрязнителями реки являются нитраты, нитриты, ионы магния, медь и цинк превышают предельно допустимые нормы. Загрязнение имеет сезонный характер, с максимальными значениями весной и осенью и минимальными летом и зимой. В реке Кошкар-ата преобладают диатомовые водоросли, такие как *Cocconeis placentula*, *Achnanthes biasolettiana*, *Gomphonema olivaceum*, *Navicula laterostrata*, *Meridion circulare*. Зеленые микроводоросли, включая *Chlorella* и *Scenedesmus* sp., встречаются в небольшом количестве. Анализ воды и наличие гидробионтов позволяет оценить уровень загрязнения реки Кошкар-ата и его влияние на биологическое разнообразие водного экосистемы.

В таких условиях процессы поглощения растворенного в воде кислорода усиливаются, процессы развития организмов-гидробионтов активизируются и, как следствие, резко ухудшаются сапробиологические характеристики вод. Альгологический анализ начального участка реки выявил зеленые микроводоросли *Chlorella vulgaris*, *Chlorococcus* sp., диатомовые водоросли *Cocconeis placentula*, *Achnanthes biosolettiana*, *Gomphonema olivaceum*, *Navicula laterostrata*, *Meridion circulare*. Далее по течению в реку поступают хозяйственно-бытовые стоки, при этом, прозрачность воды резко уменьшается, увеличивается БПК₅ - до 2,9±0,2. Визуально отмечается увеличение численности водорослей с изменением цвета воды. На прибрежных и природных камнях зеленая водоросль *Cladophora fracta* образует массовые обрастания, на их поверхности обильно вегетируют эпифитные диатомовые: *Meridion circulare*, *Cocconeis placentula*. *M.circulare* можно оценить как β- мезасопробную водоросль. Единично и редко отмечались олигомезасопроб, как *Fragilaria atomus*, а также β-мезасопробное диатомовые *Cymbella ventricosa*, *Synedra ulna* и *S. pulchella*. Индекс загрязнений по показателям фитопланктона на

данном участке равен $1,55 \pm 0,1$, что соответствует β - мезасопробной зоне, по шкале качества вод – это умеренно загрязненные воды. Гидробиологический анализ вод реки в центре города показал массовую вегетацию зеленой нитчатой водорослей *Stigeoclonium tenue* – это резко выраженный сапробный организм, чувствительно реагирующий на загрязнение воды органическими отходами и образующий обрастание на водных предметах, которое влияет на накопление большого количества медленно минерализирующихся органических веществ. Вследствие этого, активно размножаются *Euglena viridis* - поли-мезасапробные организмы. Микрופерифитон представлен, в основном, сине-зелеными водорослями *Oscillatoria amphigranulata*, *Pormidium foveolarum*, и диатомовыми *Cocconeis placentula*, *Gomphonema constrictum*, *Caloneis amphisbaena*. В воде, отобранной на границе города характерно большое содержание фосфатов. В составе альгофлоры обнаружены массовые обрастания обильно вегетирующих α - мезосапробов: *Stigeoclonium tenue*, *Mougeotia scalaris*. Нити *Mougeotia scalaris*, которая из-за большого количества расценивается как β - мезасопроб, сплошь покрыты эпифитными диатомовыми водорослями *Cocconeis placentula*, *Melosira varians*, *Opephora martyi*, *Rhoicosphenia curvata*.

Все описанные выше водоросли типичные мезосапробы. Изредка попадаются α - мезосапробы *Phormidium foveolarum*, *Nitzschia sublinearis*. Эти водоросли плохо переносят сильно загрязненные воды и требуют для своей жизнедеятельности больше света, чем диатомовые и зеленые водоросли. Визуально самая загрязненная третья часть реки пересекает одну из оживленных улиц города. Загрязнение представлено как твердыми бытовыми отходами, так и жидкими, в результате смыва с дорог и моечных станций. Альгологический анализ показал разнообразие альгофлоры: *Chlorella vulgaris*, *Spirogyra porticalis*, *Ulothrix zonata*, *Microcystis* sp., *Tabellaria* sp., *Meridion circulare*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra ulna*, *Psammothidium* sp., *Navicula lanceolata*, *Cymbella cistula*, *Pinnularia* sp. По степени загрязнения данный участок отнесен к полисапробной зоне. Изменение видового разнообразия альгофлоры реки Кошкар-ата зависит от температурных параметров погоды и представлено в увеличении общего числа видов водорослей в весенне-летний период и уменьшении показателей численности в осенний сезон.

На основании анализа установленных гидрохимических и гидротермических показателей, исследованные водные источники можно разделить на следующие условные группы:

- чистые водные источники с пониженной температурой водной среды р. Кушата;
- загрязненные минеральными веществами водные источники с умеренной температурой водной среды- реки Машат и Арысь;
- загрязненные минеральными и органическими веществами водные источники с умеренной температурой водной среды- р. Бадам;
- водные источники, характеризующиеся загрязненностью минеральными, органическими веществами и с активными процессами эвтрофикации - реки Кошкар-Ата, Келес.

Закключение. Установлено, что одним из основных загрязнителей водных ресурсов Туркестанской области являются химические реагенты, неиспользованная часть которых аккумулируется в почвах и водах агропромышленных районов. Установлено, что на изменение структуры гидробиоценозов малых рек области влияют не только сельскохозяйственные воды, но и температурный режим воды, погодно-климатические и ландшафтные условия местности. Выявлены резкие колебания в численности гидробионтов в реках, протекающих в предгорной местности – Машат и Кушата, в реках с активной эвтрофикацией - Бадам, Келес и Кошкар-ата, было отмечено. Изменения в структуре популяции организмов-гидробионтов р.Арысь обусловлены колебаниями в гидрохимическом составе воды, имеющими место во время весенних паводков. Установлена коррелятивная зависимость между численностью альгофлоры и бактериальной обсемененностью вод, что объяснимо разнотемпературными процессами эвтрофикации малых рек Шымкента и Туркестанской области.

Примечание. Исследования проведены в рамках реализации проекта КН МНВО РК ИРН АР22684726 «Разработка способа утилизации фосфорсодержащих осадочных вод с применением зеленых микроводорослей для получения удобрений».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Goncalves, A.L. The use of microalgae and cyanobacteria in the improvement of agricultural practices: a review on their biofertilising, biostimulating and biopesticide roles. [Text] / A.L. Goncalves // Appl Sci. – 2021. -№11. – P. 871.
- 2 Bloem, E. Contamination of organic nutrient sources with potentially toxic elements, antibiotics and pathogen microorganisms in relation to P fertilizer potential and treatment options for the production of sustainable fertilizer: a review. [Text] / E. Bloem, A. Albiñ, J. Elving, L. Hermann, L. Lehmann, M. Sarvi // Sci. Total Environ. - 2017. -№60. – P.225–242.
- 3 Gazizov, R. Influence of sapropel, diatomite, brown coal and vermicompost in normal and ultrafine forms on productivity and quality of Spring barley. [Text] / R. Gazizov, I. Sukhanova, E. Prishchepenko, V. Sidorov // BIO Web of Conferences.-2021.-№ 37. - P. 33-39.
- 4 Wani, S.A. Soil Science: Agricultural and Environmental Prospectives. [Text] / S.A. Wani, S. Chand, M.A. Wani, M. Ramzan, K.R. Hakeem // - Cham.:Springer, 2016.-561 p.
- 5 Datta, A. Effective and beneficial plant growth promoting soil bacterium «Rhizobium»: A Review. [Text] / A. Datta, R. Singh, S. Kumar // Annals of Plant Sciences. -2015.-№ 4(01). – P. 933-942.
- 6 Simarro, R. Assessment of the efficiency of in situ bioremediation techniques in a creosote polluted soil: change in bacterial community. [Text] / R. Simarro, N. González, L.F. Bautista, M.C. Molina // J Hazard Mater. - 2013.- № 262. – P. 152.
- 7 Нухимовская, Ю.Д. Ботанический феномен на засоленных равнинах северного прикаспия «биологическая балка» биосферного резервата «Озеро Эльтон». [Текст] / Ю.Д. Нухимовская, А.В. Быков, А.В. Колесников, Н.Ю. Степанова // Экосистемы: экология и динамика. -2022. -№1. –С. 23-24.
- 8 Определитель пресноводных водорослей СССР: в 14-ти т. [Текст] / Редкол.: профессора М. М. Голлербаха- М.: Совет. наука, 1951 – 496 с.
- 9 Barbiery, M. The impotance of enrichment factor and geoaccumulation index to evaluate the soil contamination. [Text] / M. Barbiery // J Geol. Geophys. - 2016. - №5. - P. 237.
- 10 Moiseenko, T.I. Evolution of biogeochemical cycles under anthropogenic loads: limits impact. [Text] / T.I. Moiseenko // Geochem.Int.- 2017. - №55. – P.841–60.
- 11 Salim, Y. Soil pollution heavy metals in Turkestan region. [Text] / Salim, Y., Yerimbetova, A., Baiduisenova, T., Tleukeyeva, A. // Journal of Ecological Engineering. -2023. -№24(2). –P.31-38.
- 12 Ghazaryan, K.A. Heavy metals in the soils of the mining regions of Kajaran, Armenia: a preliminary definition of contaminated areas. [Text] / K.A. Ghazaryan, H.S. Movsesyan, N.P. Ghazaryan // Acad. J. Sci. -2017. -№7. –P. 421–430.
- 13 Yue, C. Stabilization of the soil arsenic with iron and nano-iron materials: a review. [Text] / C. Yue, H. Du, Y. Li, N. Yin, B. Peng, Y. Cui. // Journal of Nanoscience and Nanotechnology. - 2021. - № 21(1). - P. 10-21.
- 14 Tleukeyeva, A.Ye. The role of high vascular plants in biological wastewater treatment. / A.Ye. Tleukeyeva, Zh.K. Myrzabayeva, A.U. Issayeva, G.U. Baitasheva. Доклады Национальной Академии Наук Республики Казахстан. -2021. - № 2. - С.1-10.
- 15 Issayeva, A. Reaction of aquatic plants of small rivers of the Turkestan region of Kazakhstan to heavy metal ions. [Text] / A. Issayeva, Zh. Myrzabayeva, K. Kidirbayeva, T.Ibragimov, A.Ye. Tleukeyeva // Journal of ecological engineering. -2022. -№ 23(6). – P.43-48.
- 16 Dalrymple, O.K. Wastewater use in algae production for generation of renewable resources: a review and preliminary results. [Text] / O.K. Dalrymple, T. Halfhide, I. Udom // Aquat. Biosyst. - 2013. - №9. - P.2-8.
- 17 Wu, Y. Effects of different extraction methods on contents, profiles, and antioxidant abilities of free and bound phenolics of Sargassum polycystum from the South China Sea. [Text] / Y. Wu, H. Gao, Y. Wang, Z. Peng, Z. Guo, Y. Ma, R. Zhang, M. Zhang, Q. Wu, J. Xiao, Q.J. Zhong //Food Sci. -2022. -№87(3). –P.968-981.
- 18 Prazukin, A.V. Withdrawal notice to Unlimited possibilities to use Cladophora (Chlorophyta, Ulvophyceae, Cladophorales) biomass in agriculture and aquaculture with profit for the environment and humanity. [Text] / A.V. Prazukin, E.V. Anufrieva, N.V. Shadrin. // Science of The Total Environment.-2023. -№884. -P.789-791.

19 Li, Y. Characterization of a microalga *Chlorella* sp. well adapted to highly concentrated municipal wastewater for nutrient removal and biodiesel production. [Text] // *Bioresour Technol.* - 2011. - №102. - P. 5138-5144.

20 Craggs, R.J. Algal biofuels from wastewater treatment high rate algal ponds. [Text] / Y. Li // *Water Sci Technol.* -2011. - № 63. - P. 660-665.

REFERENCES

1 Goncalves, A.L. The use of microalgae and cyanobacteria in the improvement of agricultural practices: a review on their biofertilising, biostimulating and biopesticide roles. [Text] / A.L. Goncalves // *Appl Sci.* – 2021. -№11. – R. 871.

2 Bloem, E. Contamination of organic nutrient sources with potentially toxic elements, antibiotics and pathogen microorganisms in relation to P fertilizer potential and treatment options for the production of sustainable fertilizer: a review. [Text] / E. Bloem, A. Albiñ, J. Elving, L. Hermann, L. Lehmann, M. Sarvi // *Sci. Total Environ.* - 2017. -№60. – R.225–242.

3 Gazizov, R. Influence of sapropel, diatomite, brown coal and vermicompost in normal and ultrafine forms on productivity and quality of Spring barley. [Text] / R. Gazizov, I. Sukhanova, E. Prishchepenko, V. Sidorov // *BIO Web of Conferences.*-2021.-№ 37. - R. 33-39.

4 Wani, S.A. Soil Science: Agricultural and Environmental Perspectives. [Text] / S.A. Wani, S. Chand, M.A. Wani, M. Ramzan, K.R. Hakeem // - Cham.:Springer, 2016.-561 r.

5 Datta, A. Effective and beneficial plant growth promoting soil bacterium «*Rhizobium*»: A Review. [Text] / A. Datta, R. Singh, S. Kumar // *Annals of Plant Sciences.* -2015.-№ 4(01). – R. 933-942.

6 Simarro, R. Assessment of the efficiency of in situ bioremediation techniques in a creosote polluted soil: change in bacterial community. [Text] / R. Simarro, N. González, L.F. Bautista, M.C. Molina // *J Hazard Mater.*- 2013.- № 262. – R. 152.

7 Nuhimovskaya, YU.D. Botanicheskij fenomen na zasolennyh ravninah severnogo prikaspiya «biologicheskaya balka» biosfernogo rezervata «Ozero El'ton». [Tekst] / YU.D. Nuhimovskaya, A.V. Bykov, A.V. Kolesnikov, N.YU. Stepanova // *Ekosistemy: ekologiya i dinamika.* -2022. -№1. – S. 23-24.

8 Opredeletel' presnovodnyh vodoroslej SSSR: v 14-ti t. [Tekst] / Redkol.: professora M. M. Gollerbaha- M.: Sovet. nauka, 1951 – 496 s.

9 Barbiery, M. The importance of enrichment factor and geoaccumulation index to evaluate the soil contamination. [Text] / M. Barbiery // *J Geol. Geophys.* - 2016. - №5. - R. 237.

10 Moiseenko, T.I. Evolution of biogeochemical cycles under anthropogenic loads: limits impact. [Text] / T.I. Moiseenko // *Geochem.Int.*- 2017. - №55. – R.841–60.

11 Salim, Y. Soil pollution heavy metals in Turkestan region. [Text] / Salim, Y., Yerimbetova, A., Baiduisenova, T., Tleukeyeva, A. // *Journal of Ecological Engineering.* -2023. -№24(2). –R.31-38.

12 Ghazaryan, K.A. Heavy metals in the soils of the mining regions of Kajaran, Armenia: a preliminary definition of contaminated areas. [Text] / K.A. Ghazaryan, H.S. Movsesyan, N.P. Ghazaryan // *Acad. J. Sci.* -2017. -№7. –R. 421–430.

13 Yue, C. Stabilization of the soil arsenic with iron and nano-iron materials: a review. [Text] / C. Yue, H. Du, Y. Li, N. Yin, B. Peng, Y. Cui. // *Journal of Nanoscience and Nanotechnology.* - 2021. - № 21(1). - R. 10-21.

14 Tleukeyeva, A.Ye. The role of high vascular plants in biological wastewater treatment. / A.Ye. Tleukeyeva, Zh.K. Myrzabayeva, A.U. Issayeva, G.U. Baitasheva. *Doklady Nacional'noj Akademii Nauk Respubliki Kazakhstan.* -2021. - № 2. - S.1-10.

15 Issayeva, A. Reaction of aquatic plants of small rivers of the Turkestan region of Kazakhstan to heavy metal ions. [Text] / A. Issayeva, Zh. Myrzabayeva, K. Kidirbayeva, T. Ibragimov, A.Ye. Tleukeyeva // *Journal of ecological engineering.* -2022. -№ 23(6). – R.43-48.

16 Dalrymple, O.K. Wastewater use in algae production for generation of renewable resources: a review and preliminary results. [Text] / O.K. Dalrymple, T. Halfhide, I. Udom // *Aquat. Biosyst.* - 2013. - №9. - R.2-8.

17 Wu, Y. Effects of different extraction methods on contents, profiles, and antioxidant abilities of free and bound phenolics of *Sargassum polycystum* from the South China Sea. [Text] / Y. Wu, H. Gao, Y. Wang, Z. Peng, Z. Guo, Y. Ma, R. Zhang, M. Zhang, Q. Wu, J. Xiao, Q.J. Zhong // *Food Sci.* -2022. -№87(3). –R.968-981.

18 Prazukin, A.V. Withdrawal notice to Unlimited possibilities to use *Sladophora* (Chlorophyta, Ulvophyceae, Cladophorales) biomass in agriculture and aquaculture with profit for the environment

and humanity. [Text] / A.V. Prazukin, E.V. Anufriieva, N.V. Shadrin. // Science of The Total Environment.-2023. -№884. -R.789-791.

19 Li, Y. Characterization of a microalga *Chlorella* sp. well adapted to highly concentrated municipal wastewater for nutrient removal and biodiesel production. [Text] //Bioresour Technol. - 2011, - №102. - R. 5138-5144.

20 Craggs, R.J. Algal biofuels from wastewater treatment high rate algal ponds. [Text] / Y. Li // Water Sci Technol. -2011. - № 63. - R. 660-665.

ТҮЙІН

Мақалада Түркістан облысының агроөнеркәсіптік аймақтарындағы шағын өзендердің экологиялық мониторингінің нәтижелері берілген. Су организмдерінің таралуына антропогендік факторлардың әсері мәселесі Қазақстанның оңтүстігіндегі экологиялық мәселелердің бірі болып табылады. Түркістан облысының шағын өзендерінде гидробионттардың таралуы судың минералды және органикалық ластануы, ауа-райы және климаттық жағдайлар және ауыл шаруашылығында қолданылатын химиялық қосылыстардың ерекшеліктері сияқты факторларға байланысты. Тау етегіндегі – Машат, Құшата – өзендерінің гидробионттар санының күрт ауытқуы белгіленіп, Бадам, Келес, Қошқар ата өзендерінің белсенді эвтрофикация процестері анықталды. Балдырлар флорасының саны Түркістан облысы өзендерінің бактериялық ластануымен тікелей байланысты екені анықталды. Түркістан өлкесінің су ресурстарын негізгі ластаушы химиялық реагенттер болып табылатыны, олардың пайдаланылмаған бөлігі агроөнеркәсіптік аймақтардың топырақтары мен суларында жинақталатыны анықталды. Облыстағы шағын өзендердің гидробиоценоздарының құрылымының өзгеруіне тек ауыл шаруашылығы сулары ғана емес, сонымен қатар судың температуралық режимі, ауа райы, аймақтың климаттық және ландшафтық жағдайлары әсер ететіні анықталды. Оңтүстік Қазақстанның шағын өзендерінде жасыл микробалдырлардың таралуы зерттелді; *Chlorella*, *Botryococcus*, *Scenedesmus*, *Desmodesmus*, *Chlamydomonas*, *Oocystis*, *Parachlorella* тұқымдасына жататын жасыл микробалдырлардың 68 изоляты бөлініп алынды.

ӨОЖ 633.11:631.524.8
FTAXP 68.35.29

DOI 10.52578/2305-9397-2024-4-2-48-58

Елекешева М. М., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, доцент м.а., **негізгі автор**, <https://orcid.org/0000-0002-2730-8211>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ., Жәңгір хан көшесі, 51, 090000, Қазақстан, Elekesheva@inbox.ru

Мухомедьярова А. С., доктор PhD, доцент м.а., <https://orcid.org/0000-0003-3945-8417>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ., Жәңгір хан көшесі, 51, 090000, Қазақстан, aina25111980@mail.ru

Боранбай Ж.Т., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, <https://orcid.org/0000-0001-9777-0666>,

«С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, [Астана қ. Жәніс даңғылы, 62](#), 010011, Қазақстан, zhumagul.81@mail.ru

Габитов М.Ж., Орман ресурстары және орман шаруашылығы мамандығының 2-курс білім алушы, <https://orcid.org/0009-0004-4975-6439>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Бәйтерек ауданы, Володар ауылы, Б. Момышұлы, 135, 090000, Қазақстан, maksat2005gg@gmail.com

Yelekesheva M. M., candidate of Agricultural Sciences, acting associate professor, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0002-2730-8211>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, Elekesheva@inbox.ru

Mukhomedyarova A. S., doctor PhD, acting associate professor, <https://orcid.org/0000-0003-3945-8417>