

ISSN 1563-034X
Индекс 75880; 25880

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ҚазҰУ ХАБАРШЫСЫ

Экология сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

ВЕСТНИК КазНУ

Серия экологическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

KazNU BULLETIN

Ecology series

№2 (47)

Алматы
«Қазақ университеті»
2016



ХАБАРШЫ

ЭКОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ №2 (47)

ISSN 1563-034X
Индекс 75880; 25880



25.11.1999 ж. Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім министрлігінде тіркелген

Күәлік №956-Ж.

Журнал жылына 3 рет жарыққа шығады

ЖАУАПТЫ ХАТШЫ

Жапарқұлова Н., б.ғ.к., оқытушы (Қазақстан)
+7 775 290 8339
E-mail: vestnik.kaznu.eko@mail.ru

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

Заядан Б.К., профессор (ғылыми редактор) (Қазақстан)
Скакова А.А., г.ғ.к. (ғылыми редактордың орынбасары) (Қазақстан)
Жубанова А.А., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Шалахметова Т.М., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Айтгашева З.Г., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Бигалиев А.Б., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Канаев А.Т., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Наурызбаев М.К., т.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Сальников В.Г., г.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Түлеуханов С.Т., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Колумбаева С.Ж., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Кенжебаева С.С., д.б.н., профессор (Қазақстан)
Омирбекова Н.Ж., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Мухитдинов Н.М., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Ященко Р.В., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Нюсупова Г.Н., г.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Жамбакин К.Ж., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Джансугурова Л.Б., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Джусупова Д.Б., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Юшков А.В., ф.-м.-д., профессор (Қазақстан)
Курманбаев А.А., б.ғ.д. профессор (Қазақстан)
Zhaodong (Jordan) Feng, PhD доктор (Қытай)
Swiecicka Izabela, PhD доктор, профессор (Польша)
Tinia Idaty Mohd Ghazi, PhD доктор (Малайзия)
Quazi Mahtab Zaman, PhD доктор (Шотландия)
Лось Д., б.ғ.д., профессор (Ресей)
Абилев С.К., б.ғ.д., профессор (Ресей)
Маторин Д., б.ғ.д., профессор (Ресей)
Рахман Е., PhD докторы, профессор (Қытай)
Копески Ж., PhD докторы, профессор (Чехия)
Торегожина Ж.Р., х.ғ.к. (Қазақстан)
Баубекова А.С., б.ғ.к. (Қазақстан)
Ерназарова А.К., б.ғ.к. (Қазақстан)
Маммадов Р., PhD докторы (Түркия)
Шмелев С., PhD докторы (Англия)
Дигель И., PhD докторы (Германия)
Конуспаева Г.С., PhD докторант (Қазақстан)



Ғылыми басылымдар бөлімінің басшысы

Гульмира Шаккозова
Телефон: +77017242911
E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

Редакторлары:

Гульмира Бекбердиева, Агила Хасанқызы

Компьютерде беттеген

Айгүл Алдашева

Жазылу мен таратуды үйлестіруші

Мәлдір Өміртақызы
Телефон: +7(727)377-34-11
E-mail: Moldir.Omirtaikyzy@kaznu.kz

ИБ № 10024

Басуға 15.04.2015 жылы кол қойылды.
Пішімі 60x84 1/8. Көлемі 12,60 б.т. Офсетті қағаз.
Сандық басылыс. Тапсырыс №4036. Таралымы 500 дана.
Бағасы келісімді.
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің
«Қазақ университеті» баспа үйі.
050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.
«Қазақ университеті» баспа үйінің баспаханасында
басылды.

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2016

ШОЛУ МАҚАЛАЛАР

ОБЗОРНЫЕ СТАТЬИ

REVIEW ARTICLES

¹Мухитдинов А.М.,
²Аблайханова Н.Т.,
²Мирасбек Е.А.,
²Жапаркулова Н.И.

¹Казахский национальный
исследовательский технический
университет им. К.И. Сатпаева,
Казахстан, г. Алматы

²Казахский национальный
университет им. аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы

**Загрязнение природных вод
основными видами
поллютантов. Пути и формы
их миграции в поверхностных
водах**

В данной статье рассматриваются вопросы загрязнения поверхностных водоемов в результате хозяйственной деятельности человека. Показано, что загрязнение природных вод носит комплексный характер. Особо подчеркивается, что большой удельный вес в этом процессе занимает рассредоточенное (диффузное) загрязнение водных сред. Поступление поллютантов от неточечных источников тесно связано с метеорологическими условиями, особенно с осадками в виде дождя и снега. Часто такие источники динамичны в пространстве и времени и трудно поддаются идентификации и мониторингу. В статье приводится обзор основных видов поллютантов, поступающих в поверхностные воды. Приводится их краткая характеристика, пути и формы миграции, а также влияние на живые организмы. Постоянно растущая антропогенная нагрузка на водную среду требует постоянного контроля и мониторинга поллютантов, присутствующих в ней. Это особенно важно для поверхностных водных источников, используемых для обеспечения нужд питьевого и хозяйственно-бытового назначения.

Ключевые слова: поверхностные воды, источник загрязнения, поллютанты, воздействие.

¹Mukhitdinov A.M.,
²Abloikhanova N.T.,
²Mirasbek Y.A.,
²Zhaparkulova N.I.

¹Kazakh National Research Technical
University named after K.I. Satpayev,
Kazakhstan, Almaty

²Al-Farabi Kazakh National University,
Kazakhstan, Almaty

**Pollution of natural waters main
types of pollutants. ways and
forms of their migration to sur-
face waters**

This article deals with the pollution of surface waters as a result of human activities. It is shown that the contamination of natural water is complex. It is emphasized that a large proportion of this process takes dispersed (diffuse) pollution of water environments. Release of pollutants from point sources is closely related to weather conditions, particularly with precipitation in the form of rain and snow. Often, these sources are dynamic in space and time and are difficult to identify and monitor. The article provides an overview of the main types of pollutants entering surface waters. Their brief characteristics, ways and forms of migration, and the impact on living organisms are described. The ever-growing human pressure on the aquatic environment requires constant control and monitoring of pollutants that are present in it. This is especially important for surface water sources used to meet the needs of drinking and household purposes.

Key words: surface water, polluter, pollutants, impact.

¹Мухитдинов А.М.,
²Аблайханова Н.Т.,
²Мирасбек Е.А.,
²Жапаркулова Н.

¹К.И. Сәтбаев атындағы Қазақ
ұлттық техникалық зерттеу
университеті, Қазақстан, Алматы

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
университеті, Қазақстан, Алматы қ.

**Табиғи сулардың негізгі
поллютанттармен ластануы.
Олардың жер үсті
суларындағы таралу жолдары
және түрлері**

Бұл мақалада адам шаруашылығы қызметінің нәтижесінде жер үсті суларының ластану мәселелері қарастырылған. Табиғи сулардың ластану жолдары күрделі және комплексті түрде болатыны көрсетілген. Осы процестің үлкен үлесі диффузды (әртүрлі, көп нүктелік) ластануға жататыны баса көрсетілген. Ластағыш заттардың таралуы метеорологиялық жағдайларға тығыз байланысты, әсіресе жаңбыр мен қар жауын-шашындысымен бірге. Көбінесе, осындай ластану көздері уақыт пен кеңістікте динамикалық (бірқалыпты емес) жағдайда болады және бұларды анықтау мен бақылау қиынға соғады. Сондай-ақ, мегаполистердің әуе бассейнінің ластануы жер үсті суларының сапасының нашарлауына әкеліп соғады. Атмосфералық жауын-шашын құрамында минералды және органикалық қалқыма заттардың, әсіресе күкірттің қосындылары, көміртек, ауыр металдар, т.б. бар. Әсіресе, ірі қалаларда негізгі ауа ластаушы көздері болып жол-көліктері табылады. Оған қоса, органикалық және бейорганикалық ластаушы заттары бар қалалық ағынды сулар, өз кезегінде, шағын өзендер арқылы ірі өзендер мен су қоймаларына құяды. Мақалада суларды ластаушы негізгі антропогендік факторлардың түрлеріне жалпы шолу келтірілген. Оларға таралу жолдары мен түрлері және тірі ағзаларға әсер етуіне қысқаша сипаттама берілген. Жер үсті суларына әсер етуші артып келе жатқан антропогендік қысым ластаушы заттардың тұрақты бақылауда болуын талап етеді. Бұл ауыз су және тұрмыстық мақсаттарда пайдаланылатын жер үсті су көздері үшін ерекше маңызды болып табылады.

Түйін сөздер: жер үсті сулары, ластаушы заттар, ластану көздері, әсер ету.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ
ПРИРОДНЫХ ВОД
ОСНОВНЫМИ ВИДАМИ
ПОЛЛЮТАНТОВ.
ПУТИ И ФОРМЫ
ИХ МИГРАЦИИ
В ПОВЕРХНОСТНЫХ
ВОДАХ**

Загрязнение человеком гидросферы стало одной из самых актуальных и насущных проблем современной цивилизации. Дефицит водных ресурсов, используемых для хозяйственно-бытового обеспечения населения, особенно в регионах, малообеспеченных этим ресурсом, требует все более тщательного изучения данного вопроса с целью упреждения возможных негативных последствий как для человека в частности, так и для различных экосистем в целом.

Это загрязнение нельзя объяснить только деятельностью промышленных предприятий, которые направляют свои выбросы в реки и водоемы. Не менее интенсивно загрязняет природу и современное сельское хозяйство с его массовым содержанием скота, интенсивным внесением различных удобрений в почву и использованием средств защиты растений от вредителей. Эти удобрения и химические соединения попадают в грунтовые и поверхностные воды. Свой вклад в общее загрязнение вод также вносят бытовые сбросы [1].

Загрязнение природных вод носит комплексный характер. Как правило, при анализе количественного состава ингредиентов и показателей проб воды данного водного объекта обнаруживается, что по целому ряду веществ имеется превышение ПДК. Причем, некоторые примеси и показатели могут демонстрировать концентрации в десятки и сотни ПДК. В то же время по другим поллютантам превышение нормативов качества не отмечается [2].

Одним из главных факторов загрязнения водных сред является источник загрязнения, т.е. место, с которого идет привнесение того или иного загрязняющего вещества (ЗВ). В природоохранном законодательстве в основном прописываются источники организованного сброса либо выброса. Этот так называемый сосредоточенный сброс (выброс) имеет статическое место в пространстве и времени, поддается учету и контролю. Еще его называют точечным источником. В основном это промышленные и сельскохозяйственные предприятия, а также очистные сооружения городских стоков.

С ужесточением природоохранного законодательства и совершенствованием технологий производства во многих развитых странах мира загрязнение водных объектов от точечных

источников стало отходить на второй план по сравнению с тем вкладом, который вносит рассредоточенное по водосборной территории (диффузное) загрязнение – так называемые *неточечные источники*. Зачастую, общая картина загрязнения рек, озер, водохранилищ сформирована именно неточечными источниками [3].

По мнению академика М.Г. Хубларяна, «невозможно получить исчерпывающее представление, откуда и как загрязняющие вещества поступают в водные объекты. Фактически не учитываются рассредоточенные источники загрязнения (сток с различных территорий, выпадение из атмосферы, загрязнение от водного транспорта и рекреаций), а также особо опасные аварийные и залповые сбросы» [4].

Здесь следует дать определение точечных и неточечных источников. Точечные источники относительно стабильны по расходу и концентрации сбрасываемых в окружающую среду загрязняющих веществ. Количество сбрасываемых загрязнений практически не связано с изменением метеорологических параметров.

Неточечные источники динамичны, изменение их характеристик происходит через произвольные интервалы времени. Поступление поллютантов от источников тесно связано с метеорологическими условиями, особенно осадками. Часто источники не могут быть идентифицированы.

Не менее существенным источником загрязнения водоемов и водотоков являются бытовые (хозяйственно-фекальные) сточные воды. Они образуются в результате использования населением водопроводной воды для бытовых и хозяйственных целей с последующим спуском использованной воды в канализационную сеть. Бытовые сточные воды содержат физиологические выделения людей, отходы от мытья посуды, стирки белья, а также плотные отбросы (тряпье, бумагу, вату и пр.). По внешнему виду сточная вода является жидкостью с низкой прозрачностью, серого цвета с неприятным запахом. Для этих вод характерна насыщенность их яйцами гельминтов и бактериальной флорой, значительную долю которой составляют болезнетворные микроорганизмы.

Возрастающее загрязнение воздушного бассейна также вызывает ухудшение качества поверхностных вод. В атмосферных выпадениях содержатся минеральные, органические взвешенные вещества, прежде всего, соединения серы, углерода, некоторые тяжелые металлы и другие. Особенно сильно загрязнен воздух

в крупных городах, где основным загрязнителем является автомобильный транспорт. Один легковой автомобиль в течение суток может выбрасывать до 1 кг выхлопных газов, в составе которых содержится около 3% угарного газа, 0,6% оксида азота, 0,5% углеводов, 0,006% оксида серы, 0,004% альдегидов. В автомобильном топливе содержатся соединения свинца (тетраэтилсвинец), железо, мышьяк, никель и другие тяжелые металлы, которые попадают в воздух, а затем и в водные объекты.

Значительное загрязнение водоемов вызывают «кислотные» дожди, образующиеся в результате соединения в атмосфере диоксида серы с парами воды.

Кроме названных основных источников поступления загрязняющих веществ в водные объекты, следует указать такие, как городские ливневые стоки, утечки и потери нефтепродуктов и химикатов при транспортировке, воды шахт, рудников и другие [2, с. 59-60].

Основными загрязняющими веществами, поступающими диффузным путем в реки и водоемы, являются пестициды, токсические органические соединения, нетоксические органические соединения, тяжелые металлы, аммоний, хлор, биогенные вещества, взвешенные вещества, минерализованные воды, патогенные организмы, нефтепродукты.

Остановимся поподробнее на некоторых из них, на наш взгляд, имеющих быть место в условиях Казахстана.

Пестициды. Казахстан имеет огромные посевные площади, которые подвергаются обработке большим количеством химических веществ (ядохимикатов) для борьбы с вредителями. К одной из самых распространенных групп ядохимикатов относятся пестициды.

По мнению академика НАН РК А.О. Сагитова, защита растений от комплекса вредных организмов в Казахстане практически на 100 процентов осуществляется ядохимикатами. Практика применения пестицидов приводит к загрязнению открытых водоемов и подземных вод, почвы и атмосферы, и что не менее страшно, к возникновению устойчивых к пестицидам популяций вредителей и губительному воздействию ядохимикатов на природную экосистему [5].

К пестицидам относят химические вещества, применяемые для борьбы с различными вредными организмами: растительными клещами (акарициды), насекомыми (инсектициды), бактериями (бактерициды), высшими

растениями (гербициды), грибами (фунгициды), моллюсками (лимациды), круглыми червями (нематоциды), паразитическими червями у животных (антигельминты), тлей (афицид), личинками и гусеницами (ларвициды) и др.

В эту группу веществ обычно включают и антисептики, применяемые для предохранения неметаллических материалов от разрушения микроорганизмами, а также вещества, употребляемые для предуборочного удаления листьев с растений (дефолианты), вызывающие обезживание тканей растений, что ускоряет их созревание и облегчает уборку урожая (десиканты), предпосевную обработку семян (протравители семян) и др.

Пестициды подразделяются на два основных класса: хлорорганические и фосфорорганические. Хлорорганические пестициды представляют собой хлорпроизводные многоядерных углеводородов (ДДТ), циклопарафинов (гексахлорциклогексан), соединения диенового ряда (гептахлор), алифатических карбоновых кислот (пропанид) и др.

Важнейшей отличительной чертой большинства хлорорганических соединений является стойкость к воздействию различных факторов окружающей среды (температура, солнечная радиация, влага и др.) и нарастание концентрации их в последующих звеньях биологической цепи (например, содержание ДДТ в гидробионтах может превышать содержание его в воде на один, два порядка). Хлорорганические инсектициды обладают значительно большей токсичностью для рыб. Фосфорорганические пестициды представляют собой сложные эфиры: фосфорной кислоты диметилдихлорвинилфосфат (ДДВФ); тиофосфорной метафос, метилнитрофос; дитиофосфорной карбофос, рогор; фосфоновой хлорофос. Преимуществом фосфорорганических пестицидов является их относительно малая химическая и биологическая устойчивость. Большая часть их разлагается в растениях, почве, воде в течение одного месяца, но отдельные инсектициды и акарициды внутрирастительного действия (рогор, сейфос и др.) могут сохраняться в течение года.

Некоторые химические препараты могут действовать на вредные организмы только при непосредственном контакте (контактные пестициды). Для проявления действия такой препарат обязательно должен войти в непосредственное соприкосновение с объектом воздействия. Контактные гербициды должны, например,

иметь контакт со всеми частями уничтожаемого растения, в противном случае возможно отрастание сорных растений.

Контактные инсектициды в большинстве случаев проявляют свое действие при соприкосновении с любой частью тела насекомого. Системные пестициды способны передвигаться по сосудистой системе растения и в ряде случаев по сосудистой системе животного. Они часто оказываются более эффективными, чем препараты контактного действия. Механизм действия системных фунгицидов в большинстве случаев существенно отличается от такового для инсектицидов.

Если инсектициды поражают сосущих членистоногих в результате попадания яда в организм вредителя, то фунгициды в основном способствуют повышению устойчивости растения к данному виду заболевания.

Основным источником поступления пестицидов в водные объекты является поверхностный сток талых, дождевых и грунтовых вод с сельскохозяйственных угодий, коллекторно-дренажные воды, сбрасываемые с орошаемых территорий.

Пестициды также могут вноситься в водные объекты во время их обработки с целью уничтожения нежелательных водных растений и других гидробионтов, со сточными водами промышленных предприятий, производящих ядохимикаты, непосредственно при обработке полей пестицидами с помощью авиации, при небрежной транспортировке их водным транспортом и при хранении.

Несмотря на большой вынос стойких пестицидов в водную среду, содержание их в природных водах относительно невелико из-за быстрой кумуляции пестицидов гидробионтами и отложения в илах. Коэффициенты кумуляции (во сколько раз содержание химического вещества больше в гидробионте, чем в воде) составляют от 3-10 до 1000-500000 раз.

В поверхностных водах пестициды могут находиться в растворенном, взвешенном и сорбированном состояниях. Хлорорганические пестициды содержатся в поверхностных водах обычно в концентрациях $n \cdot 10^{-5}$ – $n \cdot 10^{-3}$ мг/дм³, фосфорорганические – $n \cdot 10^{-3}$ – $n \cdot 10^{-2}$ мг/дм³.

Пестициды, попадая в организм человека и накапливаясь там в больших количествах, приводят к развитию многих хронических заболеваний и острых отравлений, а также к увеличению количества врожденных аномалий развития и детской смертности [6].

Сумма минерального азота. Следующей группой распространенных поллютантов является так называемая *Сумма минерального азота*. Это сумма аммонийного, нитратного и нитритного азота.

Повышение концентрации ионов аммония и нитритов обычно указывает на свежее загрязнение, в то время как увеличение содержания нитратов на загрязнение в предшествующее время.

Аммоний. Содержание ионов аммония в природных водах варьирует в интервале от 10 до 200 мкг/дм³ в пересчете на азот. Основными источниками поступления ионов аммония в водные объекты являются животноводческие фермы, хозяйственно-бытовые сточные воды, поверхностный сток с сельхозугодий в случае использования аммонийных удобрений, а также сточные воды предприятий пищевой, коксохимической, лесохимической и химической промышленности. В стоках промышленных предприятий содержится до 1 мг/дм³ аммония, в бытовых стоках – 2-7 мг/дм³; с хозяйственно-бытовыми сточными водами в канализационные системы ежедневно поступает до 10 г аммонийного азота (на одного жителя). При переходе от олиготрофных к мезо- и эвтрофным водоемам возрастают как абсолютная концентрация ионов аммония, так и их доля в общем балансе связанного азота.

Присутствие аммония в концентрациях порядка 1 мг/дм³ снижает способность гемоглобина рыб связывать кислород. Признаки интоксикации – возбуждение, судороги, рыба мечется по воде и выпрыгивает на поверхность. Механизм токсического действия – возбуждение центральной нервной системы, поражение жаберного эпителия, гемолиз (разрыв) эритроцитов. Токсичность аммония возрастает с повышением pH среды.

Таблица 1 – Содержание аммония в водоемах с различной степенью загрязненности

Степень загрязнения (классы водоемов)	Аммонийный азот, мг/дм ³
Очень чистые	0,05
Чистые	0,1
Умеренно загрязненные	0,2-0,3
Загрязненные	0,4-1,0
Грязные	1,1-3,0
Очень грязные	>3

Повышенная концентрация ионов аммония может быть использована в качестве индикаторного показателя, отражающего ухудшение санитарного состояния водного объекта, процесса загрязнения поверхностных и подземных вод, в первую очередь, бытовыми и сельскохозяйственными стоками.

Нитраты. Присутствие нитратных ионов в природных водах связано с:

- внутриводоемными процессами нитрификации аммонийных ионов в присутствии кислорода под действием нитрифицирующих бактерий;

- атмосферными осадками, которые поглощают образующиеся при атмосферных электрических разрядах оксиды азота (концентрация нитратов в атмосферных осадках достигает 0,9-1 мг/дм³);

- промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, особенно после биологической очистки, когда концентрация достигает 50 мг/дм³;

- стоком с сельскохозяйственных угодий и со сбросными водами с орошаемых полей, на которых применяются азотные удобрения.

В поверхностных водах нитраты находятся в растворенной форме. Концентрация нитратов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям: минимальная – в вегетационный период, она увеличивается осенью и достигает максимума зимой, когда при минимальном потреблении азота происходит разложение органических веществ и переход азота из органических форм в минеральные. Амплитуда сезонных колебаний может служить одним из показателей эвтрофирования водного объекта.

В воздействии на человека различают первичную токсичность собственно нитратина; вторичную, связанную с образованием нитритина, и третичную, обусловленную образованием из нитритов и аминов нитрозаминов. Смертельная доза нитратов для человека составляет 8-15 г; допустимое суточное потребление по рекомендациям ФАО/ВОЗ – 5 мг/кг массы тела.

Наряду с описанными эффектами воздействия немаловажную роль играет тот факт, что азот – это один из первостепенных биогенных (необходимых для жизни) элементов. Именно этим обусловлено применение соединений азота в качестве удобрений, но, с другой стороны, с этим связан вклад вынесенного с сельскохозяйственных земель азота в развитие процессов эвтрофикации (неконтролируемого роста биомассы) водоемов.

Так, с одного гектара орошаемых земель выносятся в водные системы 8-10 кг азота.

Нитриты. Нитриты представляют собой промежуточную ступень в цепи бактериальных процессов окисления аммония до нитратов (нитрификация только в аэробных условиях) и, напротив, восстановления нитратов до азота и аммиака (денитрификация при недостатке кислорода). Подобные окислительно-восстановительные реакции характерны для станций аэрации, систем водоснабжения и собственно природных вод. Кроме того, нитриты используются в качестве ингибиторов коррозии в процессах водоподготовки технологической воды, и поэтому могут попасть и в системы хозяйственно-питьевого водоснабжения. Широко известно также применение нитритов для консервирования пищевых продуктов.

Повышенное содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления NO_2 в NO_3 , что указывает на загрязнение водного объекта, т.е. является важным санитарным показателем.

В соответствии с требованиями глобальной системы мониторинга состояния окружающей среды (ГСМОС/GEMS) нитрит-и нитрат-ионы входят в программы обязательных наблюдений за составом питьевой воды и являются важными показателями степени загрязнения и трофического статуса природных водоемов. Следующим распространенным поллютантом водных объектов являются нефтепродукты [6].

Углеводороды (нефтепродукты). Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих поверхностные воды. Нефть и продукты ее переработки представляют собой чрезвычайно сложную, непостоянную и разнообразную смесь веществ (низко- и высокомолекулярные предельные, непредельные алифатические, нафтеновые, ароматические углеводороды, кислородные, азотистые, сернистые соединения, а также ненасыщенные гетероциклические соединения типа смол, асфальтенов, ангидридов, асфальтеновых кислот). Понятие «нефтепродукты» в гидрохимии условно ограничивается только углеводородной фракцией (алифатические, ароматические, алициклические углеводороды).

Большие количества нефтепродуктов поступают в поверхностные воды при перевозке нефти водным путем, со сточными водами предприятий нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, химической, металлургической и

других отраслей промышленности, с хозяйственно-бытовыми водами. Некоторые количества углеводородов поступают в воду в результате прижизненных выделений растительными и животными организмами, а также в результате их посмертного разложения.

В результате протекающих в водоеме процессов испарения, сорбции, биохимического и химического окисления концентрация нефтепродуктов может существенно снижаться, при этом значительным изменениям может подвергаться их химический состав. Наиболее устойчивы ароматические углеводороды, наименее – *n*-алканы.

Нефтепродукты находятся в различных миграционных формах: растворенной, эмульгированной, сорбированной на твердых частицах взвесей и донных отложений, в виде пленки на поверхности воды. Обычно в момент поступления масса нефтепродуктов сосредоточена в пленке. По мере удаления от источника загрязнения происходит перераспределение между основными формами миграции, направленное в сторону повышения доли растворенных, эмульгированных, сорбированных нефтепродуктов.

Количественное соотношение этих форм определяется комплексом факторов, важнейшими из которых являются условия поступления нефтепродуктов в водный объект, расстояние от места сброса, скорость течения и перемешивания водных масс, характер и степень загрязненности природных вод, а также состав нефтепродуктов, их вязкость, растворимость, плотность, температура кипения компонентов. При санитарно-химическом контроле определяют, как правило, сумму растворенных, эмульгированных и сорбированных форм нефти. Содержание нефтепродуктов в речных, озерных, морских, подземных водах и атмосферных осадках колеблется в довольно широких пределах и обычно составляет сотые и десятые доли мг/дм³.

Неблагоприятное воздействие нефтепродуктов сказывается различными способами на организме человека, животном мире, водной растительности, физическом, химическом и биологическом состоянии водоема.

Входящие в состав нефтепродуктов низкомолекулярные алифатические, нафтеновые и особенно ароматические углеводороды оказывают токсическое и, в некоторой степени, наркотическое воздействие на организм, поражая сердечнососудистую и нервную системы. Наибольшую опасность представляют полициклические конденсированные углеводо-

роды типа 3,4-бензапирена, обладающие канцерогенными свойствами.

В присутствии нефтепродуктов вода приобретает специфический вкус и запах, изменяется ее цвет, рН, ухудшается газообмен с атмосферой [6].

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). СПАВ представляют собой обширную группу соединений, различных по своей структуре, относящихся к разным классам. Эти вещества способны адсорбироваться на поверхности раздела фаз и понижать вследствие этого поверхностную энергию (поверхностное натяжение).

В зависимости от свойств, проявляемых СПАВ при растворении в воде, их делят на анионоактивные вещества (активной частью является анион), катионоактивные (активной частью молекул является катион), амфолитные и неионогенные, которые совсем не ионизируются.

В водные объекты СПАВ поступают в значительных количествах с хозяйственно-бытовыми (использование синтетических моющих средств в быту) и промышленными сточными водами (текстильная, нефтяная, химическая промышленность, производство синтетических каучуков), а также со стоком с сельскохозяйственных угодий (в качестве эмульгаторов входят в состав инсектицидов, фунгицидов, гербицидов и дефолиантов).

Главными факторами понижения их концентрации являются процессы биохимического окисления, сорбция взвешенными веществами и донными отложениями. Степень биохимического окисления СПАВ зависит от их химического строения и условий окружающей среды.

При значительном накоплении СПАВ в донных отложениях в аэробных условиях происходит окисление микрофлорой донного ила. В случае анаэробных условий СПАВ могут накапливаться в донных отложениях и становиться источником вторичного загрязнения водоема.

В поверхностных водах СПАВ находятся в растворенном и сорбированном состоянии, а также в поверхностной пленке воды водного объекта. Попадая в водоемы и водотоки, СПАВ оказывают значительное влияние на их физико-биологическое состояние, ухудшая кислородный режим и органолептические свойства, и сохраняются там долгое время, так как разлагаются очень медленно. Отрицательным, с гигиенической точки зрения, свойством ПАВ

является их высокая пенообразующая способность. Хотя СПАВ не являются высокотоксичными веществами, имеются сведения о косвенном их воздействии на гидробионтов. При концентрациях 5-15 мг/дм³ рыбы теряют слизистый покров, при более высоких концентрациях может наблюдаться кровотечение жабр [6].

Тяжелые металлы и металлоид. Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах.

Термин «тяжелые металлы», характеризующий широкую группу загрязняющих веществ, получил в последнее время значительное распространение. В различных научных и прикладных работах авторы по-разному трактуют значение этого понятия. В связи с этим количество элементов, относимых к группе тяжелых металлов, изменяется в широких пределах. В качестве критериев принадлежности используются многочисленные характеристики: атомная масса, плотность, токсичность, распространенность в природной среде, степень вовлеченности в природные и техногенные циклы. В некоторых случаях под определение тяжелых металлов попадают элементы, относящиеся к хрупким (например, висмут) или металлоиды (например, мышьяк).

В работах, посвященных проблемам загрязнения окружающей природной среды и экологического мониторинга, на сегодняшний день к тяжелым металлам относят более 40 элементов периодической системы Менделеева с атомной массой свыше 50 атомных единиц: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, O, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi и др.

Ионы металлов являются неизменными компонентами природных водоемов. В зависимости от условий среды (рН, окислительно-восстановительного потенциала, наличия лигандов) они существуют в разных степенях окисления и входят в состав разнообразных неорганических и металлоорганических соединений, которые могут быть истинно растворенными, коллоидно-дисперсными или входить в состав минеральных и органических взвесей.

Источниками загрязнения вод тяжелыми металлами служат сточные воды гальванических цехов, предприятий горнодобывающей промышленности, черной и цветной металлургии, машиностроительных заводов. Тяжелые металлы входят в состав удобрений и пестицидов и могут попадать в водоемы вместе со стоком с сельскохозяйственных угодий [6].

Среди абиотических факторов водной среды, влияющих на физиологическую активность, в том числе степень токсичности ионов металлов, можно выделить следующие: адсорбция на взвешенных частицах и гидроксидах железа и марганца, образование малорастворимых неорганических соединений (например, сульфидов, фосфатов, карбонатов и др.) и их выпадение из толщи водной массы в осадок, окисление металлов, обладающих несколькими степенями окисления в зависимости от pH и Eh воды (например, Fe, Mn, Сг и др.), поглощение и захоронение ионов металлов донными отложениями водоемов, рН, жесткость и щелочность воды, гидролиз и комплексобразование в условиях природных вод и некоторые другие. Рассмотрим экологическое значение некоторых видов тяжелых металлов.

Свинец. Значительное повышение содержания свинца в окружающей среде, в том числе в поверхностных водах, обусловлено его широким применением в промышленности. Одним из серьезных источников загрязнения поверхностных вод соединениями свинца является сжигание углей, применение тетраэтилсвинца в качестве антидетонатора в автомобильном топливе, а также вынос в водоемы со сточными водами горных – металлургических предприятий, химических производств и др.

Свинец (Pb) является одним из сильных токсикантов для живых организмов. Длительное потребление вод даже с низким содержанием этого металла – одна из причин острого и хронического заболевания. Способность заменять кальций в костях – одно из наиболее коварных последствий действия неорганических соединений свинца. Установлено также, что свинецорганические соединения типа алкилпроизводных проявляют повышенную токсичность для живых организмов [7].

Тетраэтилсвинец. Тетраэтилсвинец поступает в природные воды в связи с использованием в качестве антидетонатора в автомобильном топливе водных и наземных транспортных средств, а также с поверхностным стоком с городских территорий. Данное вещество характеризуется высокой токсичностью, обладает кумулятивными свойствами. Содержание тетраэтилсвинца в воде водоемов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения не допускается.

Мышьяк. В природные воды мышьяк поступает из минеральных источников, районов мышьяковистого оруднения (мышьяковый кол-

чедан, реальгар, аурипигмент), а также из зон окисления пород полиметаллического, медно-кобальтового и вольфрамового типов. Некоторое количество мышьяка поступает из почв, а также в результате разложения растительных и животных организмов. Значительные количества мышьяка поступают в водные объекты со сточными водами обогатительных фабрик, отходами производства красителей, кожевенных заводов и предприятий, производящих пестициды, а также с сельскохозяйственных угодий, на которых применяются пестициды.

В природных водах соединения мышьяка находятся в растворенном и взвешенном состоянии, соотношение между которыми определяется химическим составом воды и значениями рН. В растворенной форме мышьяк встречается в трех- и пятивалентной форме, главным образом в виде анионов. Соединения мышьяка в повышенных концентрациях являются токсичными для организма животных и человека: они тормозят окислительные процессы, угнетают снабжение кислородом органов и тканей.

Ртуть. В поверхностные воды соединения ртути могут поступать в результате выщелачивания пород в районе ртутных месторождений (киноварь, метациннабарит, ливингстонит), в процессе разложения водных организмов, накапливающих ртуть. Значительные количества поступают в водные объекты со сточными водами электролизных производств, предприятий, производящих красители, пестициды, фармацевтические препараты, некоторые взрывчатые вещества. Тепловые электростанции, работающие на угле, выбрасывают в атмосферу значительные количества соединений ртути, которые в результате мокрых и сухих выпадений попадают в водные объекты.

Понижение концентрации растворенных соединений ртути происходит в результате извлечения их многими морскими и пресноводными организмами, обладающими способностью накапливать ее в концентрациях, во много раз превышающих содержание ее в воде, а также в результате процессов адсорбции взвешенными веществами и донными отложениями.

В поверхностных водах соединения ртути находятся в растворенном и взвешенном состоянии. Соотношение между ними зависит от химического состава воды и значений рН. Взвешенная ртуть представляет собой сорбированные соединения ртути. Растворенными формами являются недиссоциированные молекулы, комплексные органические и минеральные соединения. В во-

де водных объектов ртуть может находиться в виде метилртутных соединений. Соединения ртути высокотоксичны, они поражают нервную систему человека, вызывают изменение слизистой оболочки, нарушение двигательной функции и секреции желудочно-кишечного тракта, изменения в крови и др. Бактериальные процессы метилирования направлены на образование метилртутных соединений, которые во много раз токсичнее минеральных солей ртути. Метилртутные соединения накапливаются в пищевых цепях (например, фитопланктон-зоопланктон-рыба) и могут попадать в организм человека [6, с. 55-57].

Даже краткий обзор некоторых загрязняющих веществ, поступающих в поверхностные

воды, показывает, что этот список очень большой, причем как по элементному составу, так и в виде огромного числа различных соединений. Постоянно растущая антропогенная нагрузка на водную среду требует постоянного контроля и мониторинга поллютантов, присутствующих в ней. Это особенно важно для водных источников, используемых для обеспечения нужд питьевого и хозяйственно-бытового назначения.

Также загрязненные водные источники негативно сказываются на прилегающих экосистемах, тесно связанных с ними. Необходимо постоянно повышать экологическую грамотность населения, особенно в населенных пунктах, вынужденных использовать питьевую воду из открытых источников.

Литература

- 1 Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию: пер. с нем. – М.: Мир, 199. – С. 98.
- 2 Калинин В.М. Экологическая гидрология: учебное пособие. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2008. – С. 96.
- 3 Михайлов С.А. Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: Аналитический обзор / СО РАН. ГПТНБ. Ин-т водных и экологических проблем. – Барнаул: День, 2000. – С. 3.
- 4 Хубларян М.Г. Современное состояние природных вод суши и связанные с ним экологические проблемы // Глобальные экологические проблемы на пороге XXI века: Материалы науч. конф., посвященной 85-летию акад. А.Л. Яншина. – М.: Наука, 1998. – С. 87-98.
- 5 <http://kazakh-zerno.kz/novosti/agrarnye-novosti-kazakhstan/203707-kazakhstan-vmesto-pestitsidov-entomofagi-uchenyj>
- 6 Гусева Т.В., Молчанова Я.Л., Заика Е.А., Виниченко В.Н., Аверочкин Е.М. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. Справочные материалы, Эколайн, 2000. – С. 76-77.
- 7 Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водоемах. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. – С. 60.

References

- 1 Fellenberg G. (1997) Pollution of the environment. Introduction to ecological chemistry: The lane about a nem. – М.: World, P. 98. ISBN: 5-03-002857-9
- 2 Kalinin VM (2008) ECOLOGICAL HYDROLOGY: Manual. Tyumen: Publishing house of the Tyumen state university. – P. 96.
- 3 Mikhaylov S A (2000) Diffuse pollution of water ecosystems. Methods of assessment and mathematical models: State-of-the-art review / Siberian Branch of the Russian Academy of Science. GPTNB. Ying t of water and environmental problems. – Barnaul. – P. 3.
- 4 Hublaryan MG (1998) The current state of natural waters of sushi and the related environmental problems / Global environmental problems on the dawn of the 21st century: Materials науч. конф., devoted to the 85 anniversary of the academician A.L. Yanshin. – М.: Science. – P. 87-98.
- 5 <http://kazakh-zerno.kz/novosti/agrarnye-novosti-kazakhstan/203707-kazakhstan-vmesto-pestitsidov-entomofagi-uchenyj>
- 6 Guseva T.V., Molchanov Ya.L., Zaika E.A., Vinichenko V.N., Averochkin E.M. (2000) HYDROCHEMICAL INDEXES of STATE OF ENVIRONMENT Reference materials, Ecoline. – P. 76-77.
- 7 Linnik P.N. (1986) Nabivanets. Forms of migration of metals in fresh surface reservoirs. – Leningrad, Gidrometeoizdat. – P. 60.

1-бөлім
**ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ
ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА
АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ**

Раздел 1
**ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ
И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Section 1
**ENVIRONMENTAL IMPACT
OF ANTHROPOGENIC FACTORS
AND ENVIRONMENTAL PROTECTION**

Болатхан К., Акмуханова Н.Р.,
Садвакасова А.К.,
Бауенова М.О., Заядан Б.К.

Казахский национальный
университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы

**Продуцируемые
цианобактериями токсины
в период цветения воды озера
Биликоль**

Изучение альгоценозов озера Биликоль показало преобладание зеленых водорослей по таксонам и сине-зеленых микроводорослей по частоте встречаемости. Видовое разнообразие определенных микроводорослей оз. Биликоль относилось к 4 отделам, 9 классам, 9 порядкам, 17 семействам, 36 родам и 102 видам. При испытании экстракта проб планктона оз. Биликоль смертность дафний при концентрации биомассы 1 мг/мл через 24 ч. составила 85-90%. Увеличение концентрации экстракта до 10 мг/мл вызвало гибель всех тест-объектов. По результатам исследования экстракты пробы планктона оз. Биликоль оцениваются как весьма сильно токсичные по четырехбальной системе Строганова, поскольку по сравнению с контролем за 48 часов наблюдается полная гибель всех клеток тест-объекта. Проведен анализ экстрактов лиофилизированной биомассы фитопланктона, собранных в период «цветения» воды в озере Биликоль с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии. Установлено наличие в биомассе трех структурных вариантов гепатотоксичных микроцистинов: Microcystin-RR, 7-Demethylmicrocystin RR и Microcystin-LR. Присутствие в биомассе фитопланктона микроцистинов в летний период, очевидно, связано с активным развитием популяций цианобактерий из родов Microcystis, Anabaena и др. Определено, что в условиях «цветения» воды недопустимо использование озера Биликоль в качестве рекреационных водоемов, поскольку это угрожает здоровью людей и животных.

Ключевые слова: альгофлора, альгоценоз, микроводосли, токсин, цианобактерии.

Bolatkhhan K., Akmuhanova N.R.,
Sadvakasova A.K.,
Bauenova M.O., Zayadan B.K.

Al-Farabi kazakh national university,
Kazakhstan, Almaty

**Toxins produced by
cyanobacteria during flowering
water lake Bilikol**

Study algocenoses of the lake Bilikol showed a preponderance of green algae on toxin and blue-green microalgae by frequency of occurrence. Species diversity of certain microalgae lake Bilikol belonged to the 4 divisions, 9 classes, 9 orders, 17 families, 36 genera and 102 species. High species richness differed in the phytoplankton of the lake Bilikol green and blue-green algae, their number of species, varieties and forms is slightly more than half of the taxonomic list (60% of the total). Cyanobacteria in the phytoplankton of the lake Bilikol ranked second in species richness, and of the first. As a result of the analysis of certain types of indicator-saprobity cyanobacteria lake Bilikol we identified 12 species and varieties of indicator species of cyanobacteria. Modern combination chromatography and mass spectrometry are the most sensitive and selective methods of analysis of natural toxins, providing reliable identification. HPLC extracts of dried biomass of planktonic algae identified in lake Bilikol three structural variants hepatotoxic microcystins: Microcystin-RR, 7-Demethylmicrocystin RR and Microcystin-LR. Judging from the largest peak at chromatograms, in the study of biomass is dominated by Microcystin-LR. The presence of phytoplankton biomass microcystins in summer, obviously, connected with the active development of cyanobacteria from birth by Microcystis, Anabaena, etc. It was determined that the «flowering» of the water of the lake Bilikol is not valid as recreational reservoirs, because it threatens the health of people and animals.

Key word: toxin, cyanobacteria, microalgae, algaeflora, algocenosis.

Болатхан К., Акмуханова Н.Р.,
Садвакасова А.К.,
Бауенова М.О., Заядан Б.К.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
университеті, Қазақстан, Алматы қ.

**Билікөл көлінің гүлдену
кезеңіндегі цианобактериялар
өндіретін токсиндер**

Билікөл көлінің альгоценозын зерттеу нәтижесі жасыл балдырлардың таксондарының, ал кездесу жиілігі бойынша көк жасыл балдырлардың басым болатынын көрсетті. Билікөл көлінен анықталған микробалдырлардың алуантүрлілігі бойынша 4 бөлімге, 9 классқа, 9 қатарға, 17 тұқымдасқа, 36 туысқа және 102 түрге жіктелді. Жоғары сұйықтық хроматографияны қолдана отырып Билікөл көліндегі судың «гүлдену» кезеңіндегі фитопланктон экстракттарының лиофилизденген биомассасына анализ жүргізілді. Биомассада гепатотоксикалық микроцистиннің үш құрылымдық нұсқалары: Microcystin-RR, 7-Demethylmicrocystin RR және Microcystin-LR анықталды. Жазғы кезеңде фитопланктон биомассасында микроцистиндердің болуы цианобактериялардың популяциясы Microcystis, Anabaena және басқа туыстардың белсенді дамуымен байланысты болуы мүмкін. Адам денсаулығы мен жануарларға зиян болғандықтан «гүлдену» кезеңінде Билікөл көлінің суын рекреациондық мақсатта қолдануға болмайтындығы анықталды.

Түйін сөздер: токсин, цианобактериялар, микробалдырлар, альгофлора, альгоценоз.

ПРОДУЦИРУЕМЫЕ ЦИАНОБАКТЕРИЯМИ ТОКСИНЫ В ПЕРИОД ЦВЕТЕНИЯ ВОДЫ ОЗЕРА БИЛИКОЛЬ

Введение

Вопросы экологии и охраны окружающей среды в нашей стране приобрели в последние годы чрезвычайно острый характер. Вследствие того, что многие промышленные, коммунально-бытовые и сельскохозяйственные стоки непосредственно сбрасываются в открытые водоемы без предварительной очистки, некоторые водоемы находятся в угрожающем для природы и здоровья человека состоянии, так как содержат высокие концентрации органических веществ, токсичных элементов и ионов тяжелых металлов [1].

Озеро Биликоль находится в 75 километрах к юго-востоку от города Тараз. Это самое глубокое и крупное озеро в Жамбылской области. Озеро характеризуется уникальной экосистемой. В 80-х годах прошлого века аварийные залповые сбросы сточных вод химических предприятий Жамбылской области привели к экстремально высокому уровню концентрации загрязняющих веществ в озере, что в результате привело к гибели озерной фауны и флоры. Уже с 1983 года озеро Биликоль перестало существовать как чистый водоем и вошло в приоритетный список загрязненных водоемов РК [2]. В сложившейся ситуации контроль состояния экосистемы озера Биликоль и качества его вод является весьма важной задачей. Проводимый на озере Биликоль в рамках экологического мониторинга контроль качества воды по химическим показателям, несомненно, имеет большое значение, но недостаточен для выявления направления процессов, происходящих в экосистеме озера. Наиболее полное представление о состоянии экосистемы озера Биликоль может дать сочетание химического и биологического мониторинга.

При загрязнении водных экосистем наблюдаются резкие изменения состава водных биоценозов, в т.ч. массовое развитие цианобактерий. Как правило, цианобактериальное «цветение» воды сопровождается выделением и накоплением биологически активных веществ и токсинов, представляющих опасность для человека и животных [3]. Токсины в соответствии с их активностью разделяют на две группы: *биотоксины* и *цитотоксины*. При тестировании биотоксинов обычно используют водных беспозвоночных или небольших лабораторных живот-

ных. По химической структуре и направленности действия биотоксины подразделяют на две группы – гепатотоксичные циклические пептиды (гепатотоксины) и нейротоксичные алкалоиды (нейротоксины) [4]. Гепатотоксины действуют на гепатоциты и являются канцерогенами. Нейротоксины нарушают функции нервной системы и вызывают смерть мышей в течение нескольких минут из-за паралича дыхательных мышц. Цитотоксины влияют на отдельные функции клеток, в частности ингибируют ферменты, но не убивают многоклеточный организм. Их активность исследуют на клеточных культурах млекопитающих. По химической структуре токсины цианобактерий подразделяют на три основные группы: пептиды (циклические и ациклические), алкалоиды и липополисахариды. Механизмы воздействия токсинов цианобактерий разнообразны – от гепатотоксического и нейротоксического эффекта до генотоксичности [5].

Цель работы – анализ таксономической структуры сообщества цианобактерий и его сапробиологическая оценка, а также определение состава экстрактов лиофилизированной биомассы фитопланктона на наличие токсинов озера Биликоль.

Материалы и методы исследования

Для исследования пробы воды делали в летний период во время «цветения» воды из озера Биликоль Жамбылской области, температура воды источника при этом составила +35°C, pH–7,5. Озеро Биликоль практически потеряло свое рыбохозяйственное значение, хотя когда-то из него вылавливали по 200 тонн рыбы в год. Ученые, специалисты таразского НИИ водного хозяйства считают, что необходимо детально обследовать озеро, прежде чем принимать решения о его спасении. В 1985 г. совместно с Казахским научно-исследовательским институтом водного хозяйства и центром гидрометрологии Жамбылской области были проведены работы по изучению состояния озера, дана оценка загрязнения и рекомендации по восстановлению озера попусками по р. Асса. В дальнейшем была построена плотина, разделяющая озеро на большую и малую чаши, для сохранения водоема. На 1985 г. площадь водозабора составила 5170 км², площадь водоема – 86,9 км², глубина – 6-7 м, максимальная отметка была на 835 см, на сегодняшний день отметка озера 369 см. Озеро имеет неправильную форму, линейные размеры и площадь, которая меняется в зависимости от

колебания уровня, режим которого зависит от реки Асса. Состояние озера на сегодня заново изучается после большого перерыва проведения гидрохимических наблюдений. Как показывают данные, озеро по-прежнему относится к сульфатному классу, наблюдаются высокая минерализация, фториды, БПК – 5 превышает ПДК в 22,1 раза.

Всего собрано 16 альгологических проб. При определении цианобактерий были использованы определители из серии «Определители сине-зеленых водорослей СССР» [6]. Для сбора биомассы отфильтровывали верхний 1-метровый слой. Просматривали 50 полей зрения не менее чем на 3 препаратах. Результаты выражали в количестве клеток на 1 мл воды. Число организмов оценивали по шкале частот после перечисления на 100 полей зрения. Частоту встречаемости учитывали по девятибалльной шестиступенчатой шкале частот со следующими обозначениями: 1 – очень редко; 2 – редко; 3 – нередко; 5 – часто; 7 – очень часто; 9 – масса. Виды индикаторов-микроводорослей устанавливали по определителям, указанным в списке литературы. Индекс сапробности водоема вычисляли по методу Пантле и Букка [7].

Концентрированную биомассу фитопланктона лиофильно высушивали при 70°C. Лиофилизированную биомассу фитопланктона (200 мг) выдерживали в 70%-м водном метаноле (6 мл) в течение 1 ч при комнатной температуре. Экстракт центрифугировали при 4000 г в течение 1 мин и затем использовали для высокоэффективной жидкостной хроматографии (HPLC) и тестирования токсичности.

Токсичность цианобактерии исследовалась в кратковременных (острых) опытах на тест-объекте – ветвистоусом ракообразном *Daphnia magna* Straus [8].

Токсичность цианобактерии исследовалась в кратковременных (острых) опытах на тест-объекте – ветвистоусом ракообразном *Daphnia magna* Straus [8].

Токсичность цианобактерии исследовалась в кратковременных (острых) опытах на тест-объекте – ветвистоусом ракообразном *Daphnia magna* Straus [8].

HPLC-анализ проводили на высокоэффективном жидкостном хроматографе HP 1100 Mass Spectrometer MSD SL-Ion Trap в лаборатории биотехнологии и водорослей Института микробиологии, г. Тршебонь, Чехия [9]. Циклические пептиды разделяли на аналитической колонке Zorbax XDBC8 (4,6×150 мм). Мобильную фазу

оставляли метанол – вода (линейный градиент от 30 до 100%-го метанола в течение 30 мин) со скоростью протока $0,6 \text{ мл} \cdot \text{мин}^{-1}$ при 30°C . Объем анализируемого экстракта составлял 20 мкл. Пики на выходе из колонки регистрировали с помощью двух датчиков: масс-спектрометра типа «ion-trap» и ультрафиолетового полихроматического детектора (PDA). Циклические пептиды выявляли на хроматографе при 230 нм (время удержания 10-25 мин). В ходе tandemной масс-спектрометрии определялись масс-заряды (m/z) ионизированных молекул (MSI). Идентификацию токсинов осуществляли путем сравнения молекулярных масс (масс-зарядов) соединений, по времени выхода на хроматограмме соответствующих циклическим пептидам, используя литературные данные.

Результаты и их обсуждение

По результатам исследования для альгоценозов озера Биликоль характерно преобладание зеленых водорослей по таксонам, но встречаемость сине-зеленых микроводорослей намного выше, чем первых. Все количество видов, определенных в оз. Биликоль, равно 102 видам и подвидам. Нами было определено 4 отдела, 9 классов, 9 порядков, 17 семейств, 36 родов, 102 вида (рис. 1).

Высоким видовым богатством отличались в фитопланктоне оз. Биликоль зеленые и сине-зеленые водоросли, число их видов, разновидностей и форм составляет чуть более половины таксономического списка (60% от их общего числа). Цианобактерии в фитопланктоне озера Биликоль занимали второе место по видовому богатству, а по количественному – первое.

Как известно, определение биоразнообразия микроводорослей различных водоемов позволяет с высокой степенью достоверности оценить степень загрязненности каждого водоема. Наряду с многочисленными функциями альгофлоры, водоросли благодаря стенотопности многих видов, их высокой чувствительности к условиям окружающей среды играют важную роль в биологическом анализе воды. Так, изменение их состояния от сильно загрязненного к умеренно-загрязненному сопровождается количественными сдвигами видового состава водорослей, т.е. развитие различных видов микроводорослей в большой мере зависит от изменений условий окружающей среды.

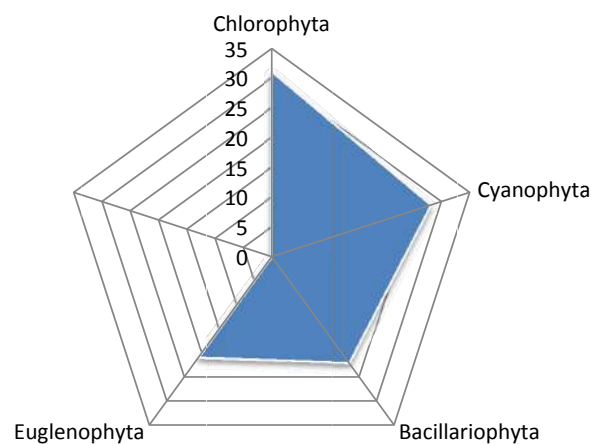


Рисунок 1 – Соотношение определенных видов микроводорослей оз. Биликоль

Таким образом изучение биоразнообразия микроводорослей водоема и определение индекса сапробности позволяет определить экологическое состояние данного объекта. В результате анализа определенных видов индикаторно-сапробных цианобактерий оз. Биликоль нами выявлено наличие 12 видов и разновидностей индикаторных видов цианобактерий (табл. 1). Так, состав видов индикаторов цианобактерий в оз. Биликоль характеризует водоем как β -мезосапробную зону органического загрязнения. Индекс сапробности по методу Пантле – Букка S равен 2,4. Основными представителями индикаторных цианобактерий в оз. Биликоль являются *Microcystis aeruginosa f pseudofilamentosa*, *Phormidium autumnale*, *Oscillatoria brevis*. По сравнению с весенним периодом видовой состав и частота встречаемости цианобактерий летом увеличилась. Если в весенний период представители рода *Microcystis* в составе альгофлоры не встречались, то в летний период представители этого рода доминируют по видовому разнообразию и частоте встречаемости над остальными видами [10].

В настоящее время известно, что около 50 видов цианобактерий способны синтезировать токсины [11]. Однако токсигенность является свойством отдельных штаммов, а не вида в целом [12]. Полевые наблюдения и лабораторные исследования культур показали, что отдельные виды цианобактерий могут включать как токсигенные штаммы, так и штаммы, не выделяющие токсины [13]. Среди цианобактерий озера Биликоль нами определены 28 видов, из них 8 являются потенциально токсигенными организмами (табл. 2).

Таблица 1 – Видовой состав *Cyanophyta* оз. Биликоль

№	Состав цианобактерий	Сапробность	S	Частота h	Sh
	<i>Anabaena variabilis</i> Kutz	-	-	3	-
	<i>Anabaena flos-aquae</i>	β	2,0	5	10
	<i>Anabaena constricta</i>	-	-	5	-
	<i>Aphanizomen flos-aquae</i>	β - α	2.25	2	4.5
	<i>Gloeopscapsa minor</i> (Kutz) Hollerb.	-	-	7	-
	<i>Microcystis aeruginosa</i>	β	1,75	5	8,75
	<i>Microcystis aeruginosa f.sphaerodictyoides</i> Elenk	β	1,75	7	12,25
	<i>Microcystis aeruginosa f.flos-aquae</i> (Wittz)Elenk.	β	1,75	3	5,25
	<i>Microcystis aeruginosa incerta</i>	β	1,8	5	9
	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr)Naeg.	β	1,8	3	5,4
	<i>Phormidium ambiguum</i>	-	-	3	-
	<i>Phormidium papillaterminatum</i>	-	-	7	-
	<i>Phormidium autumnale</i> (Ag) Gom.	β - α	1.95	3	5,85
	<i>Phormidium tenue</i> (Menegh)Gom	-	-	5	-
	<i>Oscillatoria sibtillissima</i> Gom.	α	3.3	3	9,9
	<i>Oscillatoria irrigua</i> (Kutz)	-	-	3	-
	<i>Oscillatoria brevis</i> (Kutz)	α	2.8	5	14
	<i>Oscillatoria planctonica</i> Wolosz	-	-	5	-
	<i>Oscillatoria tenuis</i> Ag	α	2.85	5	14
	<i>Oscillatoria angustissima</i> W. et. G.S. West	-	-	3	-
	<i>Oscillatoria willei</i> Garen	-	-	5	-
	<i>Oscillatoria lacustris</i> (Kleb)Gefl	-	-	3	-
	<i>Oscillatoria limosa</i> Ag.	β - α	2.35	5	11,75
	<i>Spirulina major</i> Kutz	-	-	5	-
	<i>Spirulina laxissima</i> G.S.West	-	-	3	-
	<i>Pseudoanabaena constricta</i>	α - p	3.5	7	24,5
	<i>Nostoc pruniforme</i>	β	2.0	5	10
	<i>Spirulina minima</i> A. Wurtz	-	-	3	-

Таблица 2 – Токсигенные виды цианобактерий оз. Биликоль

Таксон	Литературные данные
<i>Anabaena flos-aquae</i>	Porter, 1887
<i>Aphanizomen flos-aquae</i>	Jackim, Gentile, 1968 Jüttner and Watson 2007
<i>Microcystis aeruginosa</i>	Hughes et al., 1958
<i>Oscillatoria brevis</i>	Berglind et al. 1983
<i>Oscillatoria limosa</i>	Bafford et al. 1993, Giglio et al. 2011
<i>Oscillatoria tenuis</i>	Wu and Jüttner 1988 Jüttner and Watson 2007
<i>Phormidium tenue</i>	Iwase and Abe 2010
<i>Nostoc</i> sp.	Sivonen et al., 1990a; Namikoshi et al., 1990

Для определения токсичности воды озера Биликоль провели биотестирование с использованием дафний, которые широко применяются как объекты в оценке качества природных вод [14]. При этом показателем острой токсичности является гибель 50% и более дафний в анализируемой воде по сравнению с контролем в течение 24, 48 часов. При испытании экстракта проб планктона оз. Биликоль в экспериментах на тест-объекте в течение первых часов происходило значительное изменение движения рачков, что, по-видимому, объясняется поведенческой реакцией на действие токсиканта. Время гибели рачков отмечали по наступлению неподвижности (иммобилизации): дафнии опускались на дно стакана, плавательные движения отсутствовали и не возобновлялись при легком прикосновении струи воды или покачивании стакана. При испытании экстракта проб планктона оз. Биликоль смертность дафний при концентрации биомассы 1 мг/мл через 24 ч. составила 85-90%. Увеличение концентрации экстракта до 10 мг/мл вызвало гибель всех тест-объектов. По результатам исследования экстракты пробы планктона оз. Биликоль оцениваются как весьма сильно токсичные по четырехбалльной системе Строганова [15], поскольку по сравнению с контролем за 48 часов наблюдается полная гибель всех клеток тест-объекта.

По химической структуре токсины цианобактерий делятся на три основные группы: пептиды (циклические и линейные), алкалоиды и липополисахариды [16]. Первые и вторые являются вторичными метаболитами, т.е. не участвуют в генеральном метаболизме. Третьи представляют собой структурные компоненты наружной клеточной мембраны. Токсины обладают нейротоксичностью, иммунотоксичностью, генотоксичностью, мутагенностью, канцерогенностью, эмбриотоксичностью и дерматотоксичностью. Цианобактерии синтезируют гепатотоксины (микроцистины и нодулярины), цитотоксины (цилиндроспермопсины), нейротоксины (анатоксина, анатоксина (S), и сакситоксины), дерматотоксины, раздражающие токсины (липополисахариды) и другие морские биотоксины (апписиатоксины, дебромопписиатоксины, лингбиатоксина) [16].

Современные комбинации хроматографии и масс-спектрометрии являются наиболее чувствительными и избирательными методами анализа природных токсинов, обеспечивающими надежную идентификацию. HPLC экстрактов лиофилизированной биомассы планктонных водо-

рослей позволил выявить в озере Биликоль три структурных варианта гепатотоксичных микроцистинов: *Microcystin-RR*, *7-Demethylmicrocystin RR* и *Microcystin-LR* (рис. 2). Судя по величине пика на хроматограмме, в исследуемой биомассе преобладают *Microcystin-LR*. Микроцистины являются наиболее широко распространенными токсинами. Они называются так, поскольку впервые были изолированы из цианобактерии *Microcystis aeruginosa*. Микроцистины идентифицированы у планктонных пресноводных видов, принадлежащим к родам *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Microcystis*, *Nostoc* и *Oscillatoria*. Микроцистины, являющиеся циклическими пептидами, исключительно устойчивые соединения. В настоящее время описано более 100 структурных вариантов микроцистинов в цветениях и изолированных лабораторных штаммах. Наибольшее распространение из микроцистинов имеют микроцистины -LR, -RR и -YR, которые могут присутствовать все сразу или по отдельности. Токсичность микроцистинов для млекопитающих вызвана их способностью связываться с протеинфосфатазами. В результате ингибирования последних происходит гиперфосфорилирование белков цитоскелета гепатоцитов, что приводит к их гибели, скоплению крови в печени и смерти от геморрагического шока [17]. По патологическому эффекту и химическим свойствам микроцистин близок к термостабильному токсину бледной поганки *Amanita phalloides* Link [18]. В природной среде, особенно в темноте, они могут сохраняться месяцами, даже годами и не разрушаются даже после кипячения воды [19]. Цианобактерии могут также образовывать разнообразные циклические и линейные пептиды (цитотоксины), влияющие на отдельные функции клеток, например путем ингибирования активности ферментов.

На синтез токсинов могут также влиять экологические условия конкретных водоемов и условия культивирования штаммов [20]. При высокой концентрации фосфора в среде гепатотоксичные штаммы продуцируют больше микроцистинов. В частности, в полевых исследованиях была выявлена положительная корреляция между содержанием микроцистина в клетках *Microcystis aeruginosa* и концентрацией фосфора в среде. Аналогичная зависимость между содержанием микроцистина и концентрацией фосфора в среде была обнаружена при «цветении» воды, вызванном *Microcystis* spp. [21]. Присутствие микроцистинов в биомассе фитопланктона озера Биликоль, очевидно, связано с популяциями цианобактерий из родов

Microcystis, *Anabaena* и др. Кроме того, нужно учитывать, что все цианобактерии, относящиеся к граммотрицательному морфотипу, синтезируют липополисахариды (LPS), обладающие раздражающим действием. После отмирания цианобактерий наружная мембрана клеточной

оболочки разрушается и LPS попадают в воду. Эти соединения пирогенны и токсичны, могут вызывать кожные раздражающие и аллергические реакции у людей и животных [22]. Ирритантный эффект дает жирная кислота, входящая в состав липида А, в ядре молекулы LPS.

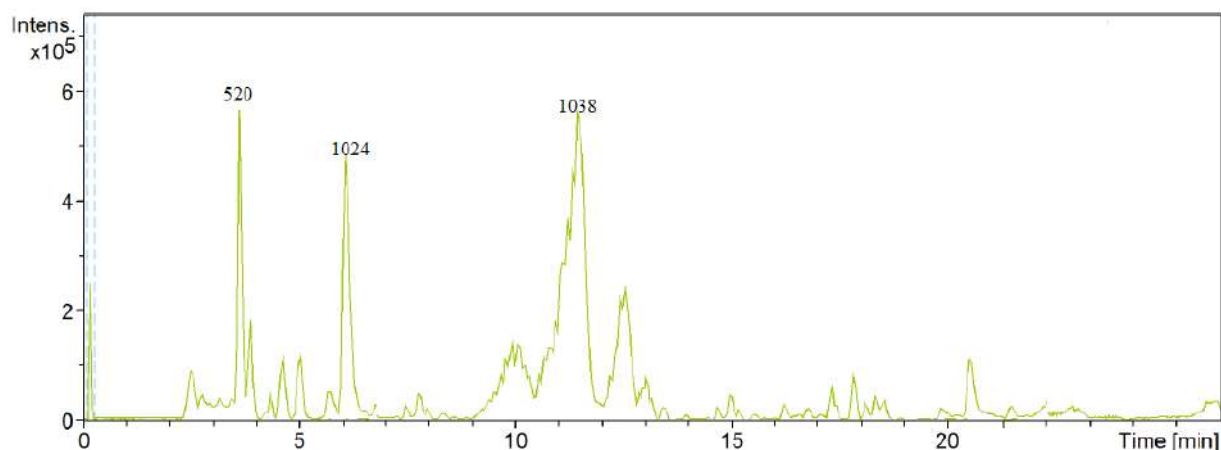


Рисунок 2 – HPLC-хроматограммы экстрактов лиофилизированной биомассы фитопланктона озера Биликоль (а). Цифрами отмечены молекулярные массы токсинов (m/z). 520- *Microcystin-LR*, 1038 -*Microcystin-RR*, 1024- *7-Demethylmicrocystin RR*

Таким образом, на основе полученных данных можно сделать вывод о том, что усиление антропогенной нагрузки и связанное с ним повышение концентрации фосфора в воде вызвало увеличение биомассы фитопланктона в озере Биликоль. При этом необходимо отметить, что в летний период в планктоне этого водоема стали доминировать цианобактерии. По результатам исследования экстракт пробы планктона оз. Биликоль по четырехбалльной системе Строганова оценивается как весьма сильно токсичный. HPLC-анализ экстрактов лиофилизированной биомассы планктона водорослей позволил выявить в озере Биликоль три структурных варианта гепатотоксичных микроцистинов, таких как: *Microcystin-RR*, *7-Demethylmicrocystin RR* и *Microcystin-LR*. Обнаружение этих токси-

нов в биомассе фитопланктона в летний период, по-видимому, связано с активным развитием популяций цианобактерий из родов *Microcystis*, *Anabaena* и др. Как известно, токсины цианобактерий могут вызывать у человека различные заболевания, в том числе гастроэнтериты, пневмонию, разнообразные аллергические реакции, дерматиты и хронические повреждения печени. При этом особенно опасен канцерогенный эффект этих токсинов. Кроме того, массовое развитие цианобактерий снижает качество воды, придавая ей неприятные органолептические свойства. Поэтому можно сделать заключение о том, что в условиях «цветения» воды использование озера Биликоль в качестве рекреационных водоемов недопустимо, поскольку это угрожает здоровью людей и животных.

Литература

- 1 Волошко Л.Н., Плющ А.В., Титова Н.Н. (2008) Токсины Цианобактерий (Cyanobacteria, Cyanophyta) // Альгология, Т.-18. – №1. – С. 3-21.
- 2 Шарма Н.К. Сингх С. и др. (2008) Влияние Токсинов *Nostoc Muscorum* Ag. Exborn. Et Flah. На Верхние Дыхательные Пути Мышей // Algologia, Т.-18. №1. – С. 29-36.
- 3 Mazid, M.; Khan, T.; Mohammad, F. (2011) Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants. Biol. Med., 3, 232–249.

- 4 Voloshko L.N., Shadrin N.V., Pinevich A.V. (2003) Biodiversity of cyanobacteria in submerged and floating mats of hypersaline lakes in Crimea Peninsula. *Biotechnology of Microalgae. 5th European Workshop, June 23rd and 24th. Abstracts.* 27.
- 5 Болатхан К., Садвакасова А.К., Кирбаева Д.К., Жамбакин К.Ж., Заядан Б.К. (2014) Вторичные метаболиты цианобактерий перспективные для биотехнологии // *Вестник Каз НУ им. аль-Фараби. Серия биологическая.* №1/2(60). – Алматы: «Казак университеті», С. 196-199.
- 6 Определитель сине-зеленых водорослей СССР / Отв. ред. М.М. Голлербах. – Л.: Наука, 1951. – Т.1-14.
- 7 Сиренко Л.А., Козицкая В.Н. (1988) Биологически активные вещества водорослей и качество воды Изд. Наук. думка. – С. 312.
- 8 Биотестирование и водная токсикология: методические указания (2012) / сост. Е.В. Рябухина, Е.М. Фомичева; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль: ЯрГУ, 56 с.
- 9 Дубровский Я.А., Подольская Е.П. (2010) Определение токсинов пептидной природы методом MALDI-MS (Обзор) *Научное приборостроение, том 20, № 4.* – С. 21–35.
- 10 Заядан Б.К., Акмуханова Н.Р., Садвакасова А.К., Кирбаева Д.К., Болатхан К., Бауенова М.О., Сейілбек С.Н. Изучение качественного и количественного состава альгофлоры оз. Биликоль // *Вестник КазНУ, серия биологическая, в печати.*
- 11 Skulberg O.M. (2005) Cyanobacteria/Cyanotoxin research – looking back for future: the opening lecture on the 6th ICTC, Bergen, Norway // *Environ. Toxicol.* 3. – P. 220-228.
- 12 Sivonen K. (1996) Cyanobacterial toxins and toxin production // *Phycologia*, 35. – P. 12-24.
- 13 Skulberg O.M. (1993) Taxonomy of toxic cyanophyceae (Cyanobacteria) / *Algal Toxins in Seafood and Drinking Water.* – London: Acad. Press. – P. 145-164.
- 14 10-Day Chronic toxicity test using *Daphnia magna* or *Daphnia pulex* // (1994). SOP №2028: <https://clu-in.org/download/ert/2028-R00.pdf>.
- 15 Мелеховой О.П. и Егоровой Е.И. (2007) Биологический контроль окружающей среды. Биондикация и биотестирование. Учебное пособие под ред. – М.: Изд. Центр «Академия». – С. 243–246.
- 16 Волошко Л.Н. (2007) Токсины и другие биологически активные вещества цианобактерий // *Проблемы национального сектора Балтийского региона и пути их решения. Экологическая школа в г. Петергофе – Научноград Российской Федерации: матер. регион. молод. научн. конф. Санкт-Петербург СПб, СПбГУ. Изд. «Золотое сечение».* – С. 19–30.
- 17 Carmichael W.W. (1994) The toxins of cyanobacteria // *Sci. Amer.*, 270, N 1. – P. 78-86.
- 18 Carmichael, W.W. (1997) The cyanotoxins // *Adv. Bot. Res.*, 27. – P. 211-256.
- 19 Sivonen K., Jones G. (1999) Cyanobacterial toxins // *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring, and management, E & FN Spon.* – London. – P. 41-111.
- 20 Kardinal W.E.A., Visser P.M. (2005) Dynamics of cyanobacteria toxins. Sources of variability in microcystin concentrations // *Harmful cyanobacteria.* Netherlands: Springer. – P. 41-63.
- 21 Lahti K., Rapala J., Fardig M. et al. (1997) Persistence of cyanobacterial hepatotoxin, microcystin – LR in particulate material and dissolved in lake water // *Water Res.* – 31, N 5. – P. 1005-1012.
- 22 Voloshko L.N., Plushch A.A., Titova N.N. (2008) Toxins of cyanobacteria (Cyanophyta) // *Intern. J. Algae* 10, N 1. – P. 14-33.

References

- 1 Voloshko L.N., Plushch A.V., Titova N.N. (2008) Toxins from cyanobacteria (Cyanobacteria, Cyanophyta) [Toxinsy cianobakterii] 18:3-21. (In Russian)
- 2 Sharma N.K., Singkh S. i dr. (2008) Effect of Toxins *Nostoc Muscorum* Ag. Exborn. Et Flash. In the upper airways Mice [Vliianie Toksinov *Nostoc Muscorum* Ag. Exborn. Et Flah. Na Verkhnie Dykhatel'nye Puti Myshei] 18:29-36. (In Russian)
- 3 Mazid, M.; Khan, T.; Mohammad, F. (2011) SNAP Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants. 3: 232–249.
- 4 Voloshko L.N., Shadrin N.V., Pinevich A.V. (2003) Biodiversity of cyanobacteria in submerged and floating mats of hypersaline lakes in Crimea Peninsula. *Biotechnology of Microalgae. 5th European Workshop.* P. 27.
- 5 Bolatkhan K., Sadvakasova A.K., Kirbaeva D.K., Zhabakin K.Zh., Zaiadan B.K. (2014) Secondary metabolites of cyanobacteria promising for biotechnology [Vtorichnye metabolity tsianobakterii perspektivnye dlia biotekhnologii] 1/2: 196-199. (In Russian)
- 6 The determinant of blue-green algae of the USSR [Opredelitel' sine-zelenykh vodoroslei SSSR] (1951) Gollerbakh. Nauka. (In Russian) ISBN 5-289-00344-4
- 7 Sirenko L.A., Kozitskaia V.N. (1988) Biologically active substances of algae and water quality [Biologicheski aktivnye veshchestva vodoroslei i kachestvo vody] (In Russian) ISBN 5-12-000289-7
- 8 E. M. Fomicheva, P. G. Demidova (2012) Bioassay and aquatic toxicology: guidelines [Biotestirovanie i vodnaia toksikologiya: metodicheskie ukazaniia] 56. (In Russian)
- 9 Dubrovskii Ia.A., Podol'skaia E.P. (2010) Determination of peptide toxins Nature by MALDI-MS [Opredelenie toksinov peptidnoi prirody metodom MALDI-MS] 4: 21–35.
- 10 Zayadan B.K., Akmuhanova N.R., Sadvakasova A.K., Kirbaeva D.K., Bolatkhan K., Bauenova M.O., Seiilbek S.N. (2015) The study of qualitative and quantitative composition of the algal flora of the lake. Bilikol [Izuchenie kachestvennogo i kolichestvennogo sostava al'goflory oz. Bilikol']

- 11 Skulberg O.M. (2005) Cyanobacteria/Cyanotoxin research – looking back for future: the opening lecture on the 6th ICTC. 3:220-228.
- 12 Sivonen K. (1996) Cyanobacterial toxins and toxin production. 35:12-24.
- 13 Skulberg O.M. (1993) Taxonomy of toxic cyanophyceae (Cyanobacteria)/Algal Toxins in Seafood and Drinking Water. 145-164.
- 14 10-Day Chronic toxicity test using *Daphnia magna* or *Daphnia pulex* // (1994). SOP №2028:<https://clu-in.org/download/ert/2028-R00.pdf>.
- 15 Melekhovoi O.P. i Egorovoi E.I. (2007) Biological control environment. Bioindication and biological testing [Biologicheskii kontrol' okruzhaiushchei sredy. Bioindikatsiia i biotestirovanie] 243–246. (In Russian)
- 16 Voloshko L.N. (2007) Toxins and other biologically active substances cyanobacteria [Toksiny i drugie biologicheski aktivnye veshchestva tsianobakterii] 19–30. (In Russian)
- 17 Carmichael W.W. (1994) The toxins of cyanobacteria, 1:78-86.
- 18 Carmichael, W.W. (1997) The cyanotoxins. 27:211-256.
- 19 Sivonen K., Jones G. (1999) Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring, and management. 41-111.
- 20 Kardinal W.E.A., Visser P.M. (2005) Dynamics of cyanobacteria toxins. Sources of variability in microcystin concentrations 41-63.
- 21 Lahti K., Rapala J., Fardig M. et al. (1997) Persistence of cyanobacterial hepatotoxin, microcystin -LR in particulate material and dissolved in lake water. 5: 1005-1012.
- 22 Voloshko L.N., Plushch A.A., Titova N.N. (2008) Toxins of cyanobacteria (Cyanophyta). 1: 14.

Хамитова К.К., Курбанова А.Б.,
Ыбыраева Ә.Б.

Казахский национальный
университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы

**Экологическая оценка
качества природной воды
города Алматы и Алматинской
области**

Одно из основных богатств любого государства – природные ресурсы. Настоящая работа посвящена исследованию качества природной воды города Алматы и ее окрестностей. Авторами опубликованы результаты исследований физических и органолептических свойств воды озер Алматы и Алматинской области – Сайран, Иссык, Большое алматинское. Были также определены водородные показатели, количество взвешенных веществ, содержание железа в пробах природных вод. Для успешного осуществления контроля за состоянием окружающей среды необходимо использовать современные методы анализа. Исследование проводилось на основе опубликованных в различных научных изданиях методик физико-химических методов исследований и на новейшем оборудовании. Полученные результаты оценивают реальные возможности воздействия техногенных воздействий на гидросферу, эффективность существующих природоохранных мероприятий.

Ключевые слова: вода природная, качество воды, методы определения физических и органолептических свойств воды, нормы качества, показатели качества воды.

Khamitova K.K., Kurbanova A.B.,
Ybyraeva A.B.

Al-Farabi kazakh national university,
Kazakhstan, Almaty

**Ecological estimation of natural
water quality in Almaty and
Almaty region**

One of the main wealth of any state – the natural resources. Therefore, the present work is devoted to the study of natural water quality Almaty city and its environs. The problem of nature protection erectrank in state policy, so as to achieve political, economic and social objectives, facing society, it is necessary the implementation of activities by rational use, protection and reproduction of natural resources. Currently, the problem of increasing the effectiveness of environmental measures are of significant interest. In Kazakhstan, as we know, the vast majority of businesses require environmental support, which includes a wide range of engineering, medical and social measures, laws, programs and means of implementation. Questions greening processes and principled assessment of the impact of existing enterprises on the environment yet delivered and waiting for his decision. In this connection monitoring studies in the laboratory of natural reservoirs of water quality conditions ponderable importance in at study of the protection of water resources. In this article published the results of studies of the physical and organoleptic properties of water lakes of Almaty and Almaty region – Sayran, Issyk, Big Almaty. Were also identified hydrogenous indicators, the amount of suspended substances, the iron content in the samples of natural waters. Order to successfully implementation monitor the state of the environment, modern methods of analysis must be used. The study was conducted on the basis of published in various scientific editions methods of physical and chemical methods of research and the latest equipment. The results evaluated real opportunities impact man-made impacts on the hydrosphere, the effectiveness of the existing environmental activities.

Key words: Natural water, water quality, methods for determining the physical and organoleptic properties of water, norms quality, indicators of water quality.

Хамитова Қ.Қ., Курбанова А.Б.,
Ыбыраева Ә.Б.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
университеті, Қазақстан, Алматы қ.

Алматы қаласы мен облысының табиғи су сапасын экологиялық бағалау

Кез келген мемлекеттің басты байлығы, ол – табиғи ресурстар. Сондықтан бұл жұмыс Алматы қаласы және оның төңірегіндегі аймақтардың су сапасын зерттеуге арналады. Қоршаған ортаны қорғау мәселесі мемлекеттік саясат аясында қаралған, оған себеп саяси, экономикалық және әлеуметтік мақсатта, қоғам алдында қоршаған ортаны тиімді пайдалану, қорғау және табиғи ресурстарды өндіруде қажетті іс-шараларды жүзеге асыру болып табылады. Бұл мақала Алматы және Алматы облысындағы Сайран, Ыстықкөл, Үлкен Алматы көлдерінен алынған судың физикалық және органолептикалық қасиеттерін зерттеу нәтижесі бойынша жарияланған. Сонымен қатар табиғи су сынамаасының құрамындағы темір, өлшенген заттардың мөлшері мен сутектік көрсеткіштері анықталды. Қоршаған ортаның жағдайын бақылауды ойдағыдай жүзеге асыру үшін қазіргі заманғы әдістерді пайдалану қажет. Зерттеу жұмыстары әртүрлі ғылыми басылымдардағы физика-химиялық әдістер мен жаңа жабдықтар негізінде жүргізілді. Алынған нәтижелер техногендік әсердің гидросфераға әсерін, қолданыстағы қоршаған ортаны қорғау шаралар тиімділігінің нақты мүмкіндіктерін бағалайды.

Түйін сөздер: табиғи су, судың сапасы, су сапасының физикалық және органолептикалық қасиеттерін анықтау әдістері, сапа стандарттары, су сапасының көрсеткіштері.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ГОРОДА АЛМАТЫ И АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение

На территории города Алматы с учетом присоединенных территорий расположены 26 рек и 6 русловых водоемов искусственного происхождения, а также городской участок протяженностью 23,1 км Большого Алматинского канала (БАК) им. Д. Кунаева. Наиболее крупными являются реки Большая Алматинка (38 км), Малая Алматинка (34,6 км), Есентай (31,4 км). Все реки относятся к бассейну озера Балхаш.

Алматы располагается в сейсмоопасной зоне (землетрясения, сели, оползни). В связи с этим основными направлениями обеспечения безопасности жителей и гостей города от природных катаклизмов и техногенных катастроф являются развитие инфраструктуры противодействия чрезвычайным ситуациям и их предупреждение, в том числе реконструкция и ремонтно-восстановительные работы инженерно-защитных сооружений города на реках (селезащитные сооружения, дамбы, плотины); превентивные мероприятия по спуску прорывоопасных моренных озер.

В целях предупреждения возможных чрезвычайных ситуаций и подтоплений, а также с целью создания благоприятных условий для проживания и отдыха населения за период с 2007 по 2014 годы акиматом города Алматы было реконструировано свыше 120 км русел 17 рек и благоустроено более 2,0 млн. м² водоохраных полос [1].

Санитарной службой Министерства здравоохранения Казахстана по г. Алматы проводится работа по осуществлению государственного санитарно-эпидемиологического надзора за водоемами и водотоками г. Алматы. При этом особое внимание уделяется выполнению действующих национальных, государственных и региональных программ: «Комплексной программы по снижению загрязнения окружающей среды города Алматы на 2009-2018 годы», региональной программы «Реки и водоемы г.Алматы».

В целях восстановления и реабилитации малых рек и водоемов г. Алматы, рационального использования водных ресурсов, развития социально-экономических и эколого-градостроительных приоритетов в городе Алматы с 2007 года принята реги-

ональная программа «Реки и водоемы г.Алматы». Программой предусмотрено развитие городских территорий, прилегающих к водным объектам, а также формирование первоочередных мероприятий, направленных на осуществление комплексного благоустройства долинных комплексов малых рек и улучшение экологической обстановки. С 2008 года в соответствии с данной программой проводились работы по улучшению санитарного состояния открытых водоемов, речной сети и прилегающих к ним территорий. Выполнены работы по реконструкции и укреплению берегов реки Есентай на территории Бостандыкского и Алмалинского районов: восстановлены бетонные плиты, каскады, заасфальтированы дорожки, установлены скамейки, разбиты газоны, проведена посадка деревьев. Проведены также работы по реконструкции русел и берегов рек Малая Алматинка, Жарбулак в Медеуском районе, по очистке реки Каргалы в Ауэзовском районе, очистка русла канала им. Кунаева, рек М. Алматинка, Есентай, Карасу, Султан-Карасу [2].

Но многое еще предстоит сделать, ведь это достаточно дорогостоящие работы. К тому же ежегодно приходится очищать реки от природных загрязнителей – ила, камней.

В водоохранной зоне Алматы оформлено почти 8 тысяч земельных участков. Однако, в настоящее время отмечается следующая ситуация – незаконное строительство, сброс мусора, бутылок и канализационные стоки стали настоящим бедствием для городских рек. Попытки привести их в порядок заканчиваются скандалами и актами вандализма [3].

В этой связи мониторинговые исследования в лабораторных условиях качества воды природных водоемов имеют весомое значение при изучении вопросов охраны водных ресурсов. Целью данного исследования было изучение физических и органолептических свойств воды озер Алматы и Алматинской области, а также определение водородных показателей, количество взвешенных веществ, содержание железа в пробах природных вод. Для успешного осуществления контроля за состоянием окружающей среды использовались современные методы анализа. Исследование проводилось на основе опубликованных в различных научных изданиях методик физико-химических методов исследований и на новейшем оборудовании. Полученные результаты оценивают реальные возможности воздействия техногенных воздействий на гидросферу, эффективность существующих природоохранных мероприятий.

Методы исследования

Для проведения экологической оценки состояния водных ресурсов города Алматы и ее окрестностей были отобраны пробы воды озер Сайран, Иссyk и Большое алматинское. Отбор проб воды является важным и ответственным этапом во всем комплексе исследований воды. Результат анализа в значительной мере зависит от правильности отбора пробы. Поэтому при отборе проб соблюдались необходимые правила, прописанные в ГОСТ 24481 – 80, ГОСТ 4979 – 49 [4, 5]. Для отбора проб воды на полный анализ брали бутылки вместимостью 5 дм³ с притертой пробкой. Бутылки предварительно были чисто вымыты и ополоснуты дистиллированной водой.

Физические свойства воды (температура, запах, вкус, цвет, прозрачность) обуславливают внешний вид воды.

Гигиеническое значение запахов и привкусов стоит в том, что при их интенсивности свыше двух баллов ограничивается водопотребление. Для определения запаха воды при комнатной температуре в колбу с притертой пробкой вместимостью 250 см³ с каждой пробы отмеривали 100 см³ испытуемой воды. Колбу закрывали пробкой, содержимое колбы несколько раз перемешивали вращательными движениями, после чего колбу открывали и определяли характер и интенсивность запаха [6]. Для определения интенсивности запаха при 60⁰С, колбы со 100 мл воды нагревали на магнитной мешалке RET basic («КА», Китай). Содержимое колбы несколько раз перемешивали вращательными движениями. Открыв пробку, быстро определяли характер и интенсивность запаха.

Привкус пробы воды при температуре 20⁰С определяли органолептически. Предварительно воду подвергали кипячению в течение 5 минут с последующим охлаждением.

Мутность воды определяли визуально на листке белой бумаги при комнатной температуре, сравнивая с образцом дистиллированной воды (рисунок 1).

Кажущуюся и истинную цветность образцов воды определяли визуально при комнатной температуре и достаточном освещении.

Для определения прозрачности образцы воды помещали в мерный цилиндр объемом 100 см³ и диаметром 24 мм. Мерный цилиндр размещали на высоте 40 мм над шрифтом высотой 3,5 мм и доливали водой до размывания шрифта визуально сверху (рисунки 2, 3) [6].



Рисунок 1 – Сравнение мутности образцов природной воды с дистиллированной

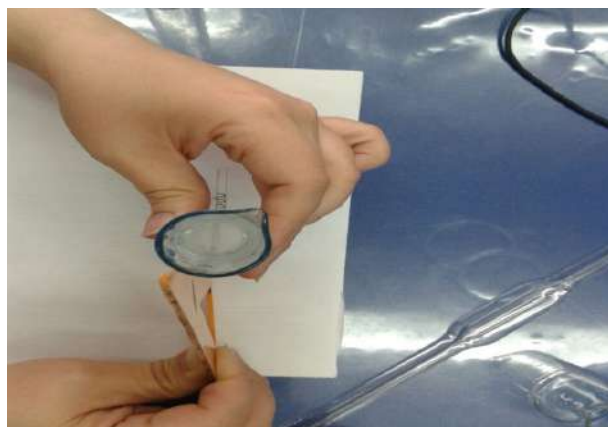


Рисунок 2 – Определение прозрачности воды

Значение водородного показателя проб воды определяли при комнатной температуре на рН-метре Seven Multi («Mettler Toledo», Россия).

Грубодисперсные примеси определяли гравиметрическим методом после их отделения путем фильтрования через фильтр «белая лента».

Кружки фильтровальной бумаги взвесили на аналитических весах, в химические стаканы профильтровали по 10 мл исследуемых проб. Фильтр с осадком подсушивали сначала на воздухе, затем в тигле в сушильном шкафу, постепенно поднимая температуру до 105°C и выдерживая

при этой температуре в течение 6 часов. После фильтр охлаждали в эксикаторе и измеряли вес на аналитических весах [7].

Для определения сухого остатка были предварительно взвешены на аналитических весах 3 сухих х.ч. стакана. Затем, в каждый стакан добавляли по 10 мл исследуемого образца воды и снова взвешивали на аналитических весах. Далее воду в стаканах упаривали при температуре 100°C до полного ее испарения (рисунок 4). После этого стаканы снова взвешивали и рассчитывали сухой остаток.

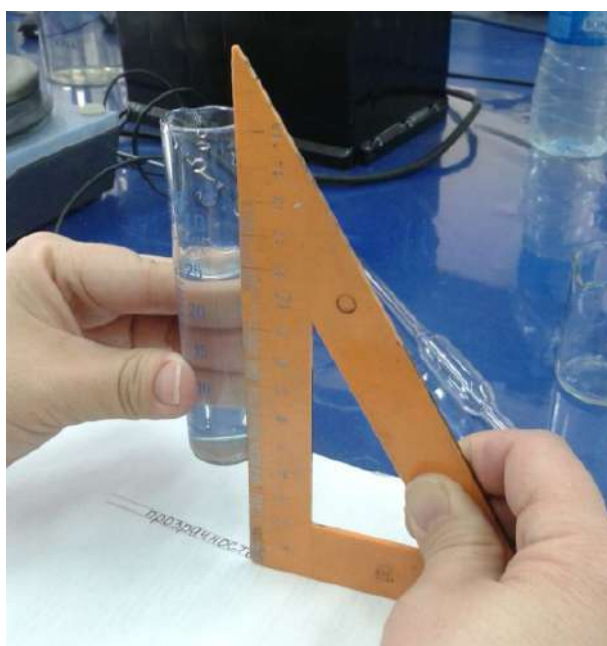


Рисунок 3 – Измерение высоты столба воды



Рисунок 4 – Сухой остаток исследуемых образцов

Большое количество растворенного железа в воде не оказывает вредного влияния на здоровье людей, но такая вода не пригодна для хозяйственно-бытовых целей. Для определения содержания в воде железа был применен метод, основанный на взаимодействии в сильной кислой среде окисного железа и роданида с образованием окрашенного в оранжевый цвет комплексного соединения роданового железа [7]. Интенсивность окраски пропорциональна концентрации железа. В мерную колбу вместимостью 100 мл отбирали 100 мл тщательно перемешанной исследуемой воды. Затем добавляли 1 мл соляной кислоты, несколько кристаллов персульфата аммония, переме-

шивали и добавляли 1 мл роданида калия. После перемешивания сразу же измеряли оптическую плотность на цифровом спектрофотометре PD-303 («Ареп», Япония). Массовую концентрацию общего железа находили по калибровочному графику (рисунок 5).

Результаты исследования

Результаты исследования занесены в таблицы 1-9. При анализе пробы воды были пронумерованы в следующем виде:

№1 – Большое алматинское озеро

№2 – озеро Сайран

№3 – озеро Иссык.



Рисунок 5 – Определение общего железа

Таблица 1 – Результаты исследования запаха воды при температуре 20°C

№ образца	Классификация запаха	Сокращение	Интенсивность, баллы	Возможный источник происхождения запаха
1	Травянистый	G	IV	Лежалая трава
2	Затхлый	M	V	Преющая солома
3	Торфяной	G	II	Тгорф

Таблица 2 – Результаты исследования запаха воды при температуре 60°C

№ образца	Характеристика	Буквенное обозначение	Интенсивность, баллы	Возможная причина образования
1	Травянистый	G	V	Лежалая вода
2	Гнилостный	D ₃	V	Застоявшиеся сточные воды
3	Торфяной	G	IV	торф

Таблица 3 – Результаты исследования привкуса воды при температуре 60°C

№ образца	Характер привкуса	Интенсивность, баллы	Степень проявления
1	Щелочной	2	Слабая
2	Щелочной	3	Заметная
3	Щелочной	2	Слабая

Таблица 4 – Характеристика мутности образцов воды

Наименование показателя	Проба №1	Проба №2	Проба №3
Мутность	Слабая муть	Сильная муть	Опалесценция

Таблица 5 – Характеристика цветности образцов воды

Наименование показателя	Проба №1	Проба №2	Проба №3
Цветность	Кажущийся зеленоватый окрас	Истинный желто-коричневый окрас	Истинный желтоватый окрас

Таблица 6 – Определение прозрачности воды

№ пробы	Высота столба воды, см	Объем пробы, см ³
1	19	54
2	10	27
3	23	68
Дистиллированная вода	>30	>100

Таблица 7 – Определение водородного показателя воды

№ пробы	Температура воды, °С	Значение pH
1	21,3	7,965
2	22	7,963
3	23,8	8,047

Таблица 8 – Расчет сухого остатка в воде

Наименование показателя	Проба №1	Проба №2	Проба №3
Масса стакана исходная m_1 , г	28,3682	27,0361	27,3427
Масса стакана с водой m_2 , г	38,3495	37,0192	37,3282
Масса стакана после упаривания m_3 , г	28,3694	27,0379	27,0379
Масса воды $m_4 = m_1 - m_2$, г	9,9813	9,9831	9,9855
Масса сухого остатка $m_5 = m_1 - m_3$, г	0,0012	0,0018	0,0005
Визуальный характер	Сухой остаток хорошо заметен	Заметен сухой остаток на стенах колбы	Отчетливо виден сухой остаток
Объем воды, мл	10	10	10
Содержание взвешенных веществ $100m_5/m_{4\%}$	0,012	0,018	0,005
Концентрация взвешенных веществ $C = m_5/V$, мкг/мл	12	18	0,5

Таблица 9 – Наличие взвешенных веществ в воде

Наименование показателя	Проба №1	Проба №2	Проба №3
Визуальный характер	Взвешенные вещества еле заметны	Заметны взвешенные осадки	Отчетливо видны взвешенные осадки, мелкие частички
Масса фильтра до фильтрования m_1 , г	0,3008	0,3112	0,2983
Масса фильтра после фильтрования m_2 , г	0,3023	0,3198	0,3064
Масса взвешенных веществ $m_{вз.в} = m_1 - m_2$, г	0,0015	0,0086	0,0081
Объем воды, мл	10	10	10
Концентрация взвешенных веществ $C = m_{вз.в}/V$, мкг/мл	15	86	81

Таблица 10 – Содержание железа в воде

Наименование показателя	Проба №1	Проба №2	Проба №3
Общее железо, мг/дм ³	0,51	0,7	0,32

Обсуждение результатов

Определение физических свойств воды имеет большое гигиеническое значение, так как наличие в воде постороннего запаха, привкуса, окраски может указывать на загрязнение

воды посторонними веществами, кроме того отталкивает потребителя, действует на его эстетические чувства, даже если она безвредна.

Интенсивность естественных запахов и привкусов во всех образцах свыше двух баллов свидетельствует о наличии в воде биологически

активных веществ. Запах воды вызывают летучие пахнущие вещества, поступающие в воду в результате процессов жизнедеятельности водных организмов, при биохимическом разложении органических веществ, при химическом взаимодействии содержащихся в воде компонентов, а также с промышленными, сельскохозяйственными и хозяйственно-бытовыми сточными водами. Искусственные запахи и привкусы показывают загрязнение воды сточными водами.

Мутность природных вод вызвана присутствием тонкодисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими и органическими веществами различного происхождения. В соответствии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды мутность не должна превышать 1,5 мг/дм³. Мутность воды определяют турбидиметрическим способом (по ослаблению проходящего через пробу света).

Показатель цветности воды определяется путем сравнения окраски испытуемой воды с эталонами. Цветность природных вод обусловлена главным образом присутствием гумусовых веществ и соединений трехвалентного железа. Количество этих веществ зависит от геологических условий, водоносных горизонтов, характера почв, наличия болот и торфяников в бассейне реки и т.п. Сточные воды некоторых предприятий также могут создавать довольно интенсивную окраску воды. Различают «истинный цвет», обусловленный только растворенными веществами, и «кажущийся» цвет, вызванный присутствием в воде коллоидных и взвешенных частиц, соотношения между которыми в значительной мере определяются величиной рН. В соответствии с требованиями к качеству воды в зонах рекреации окраска воды не должна обнаруживаться визуально в столбике высотой 10 см. Высокая цветность воды ухудшает ее органолептические свойства и оказывает отрицательное влияние из-за резкого снижения концентрации растворенного кислорода в воде, который расходуется на окисление соединений железа и гумусовых веществ.

Мерой прозрачности служит высота столба воды, при которой можно наблюдать стандартный шрифт. Согласно требованиям, прозрачность воды должна быть не менее 30 см. Во всех образцах высота столба оказалась ниже нормы. Прозрачность природных вод обусловлена их цветом и мутностью, т.е. содержанием в них различных окрашенных и взвешенных органи-

ческих и минеральных веществ. Ослабление в мутной воде интенсивности света с глубиной приводит к большему поглощению солнечной энергии вблизи поверхности. Появление более теплой воды у поверхности уменьшает перенос кислорода из воздуха в воду, снижает плотность воды, стабилизирует стратификацию. Уменьшение потока света также снижает эффективность фотосинтеза и биологическую продуктивность водоема. Определение прозрачности воды – обязательный компонент программ наблюдений за состоянием водных объектов. Увеличение количества грубодисперсных примесей и мутности характерно для загрязненных и автотрофных водоемов.

Одним из важнейших показателей воды является ее кислотно-щелочной баланс. Уровень рН – это количество ионов водорода в растворе. Результаты измерения рН в образцах показали слабощелочную среду во всех трех образцах. Щелочность воды обусловлена присутствием в воде солей слабых кислот и сильных оснований, которые в результате гидролиза создают щелочную среду.

Взвешенные твердые вещества, присутствующие в природных водах, состоят из частиц глины, песка, ила, суспендированных органических и неорганических веществ, планктона и других микроорганизмов. Концентрация взвешенных частиц связана с сезонными факторами (пробы отбирались ранней весной) и с режимом стока и зависит от таяния снега, пород, слагающих русло, а также от антропогенных факторов. Взвешенные частицы влияют на прозрачность воды и на проникновение в нее света, на температуру, растворенные компоненты поверхностных вод, адсорбцию токсичных веществ, а также на состав и распределение отложений и на скорость осадкообразования. Вода, в которой много взвешенных частиц, не подходит для рекреационного использования по эстетическим соображениям. Такой же вывод можно сделать по содержанию сухого остатка по всем терм образцам.

Заключение

Обобщая полученные результаты, можно сделать вывод о критическом состоянии водных ресурсов города Алматы и Алматинской области, несмотря на проведение инженерных решений по охране и использованию водных ресурсов местного руководства. Необходимо

усилить меры по формированию экологической безопасности водных ресурсов. Ведь технологически безопасные процессы находятся в центре

всеобщего внимания с позиции достижения устойчивого развития среды, изучения приоритетных направлений.

Литература

- 1 Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов за 2011 – 2014 годы. Министерство энергетики РК. – Астана, 2015.
- 2 Салапонова В.С., Килибаева Г.К., Айтambaева Л.Н. и др. Открытые водоемы// Вестник КазНМУ. – 2012. – №12.
- 3 Темешев А. Реки Алматы – на грани катастрофы.// Караван. – 2016., <http://gazeta.caravan.kz>
- 4 ГОСТ 24481-80 Вода питьевая. Отбор проб.
- 5 ГОСТ 4979-49 Вода хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения. Методы химического анализа. Отбор, хранение и транспортирование проб.
- 6 Родина Е.М., Павличенко Т.В., Орусбаев А.А. Определение органолептических свойств воды: методическое пособие к лабораторной работе по экологии / Кыргызско-Российский Славянский университет. – Бишкек, 2012.
- 7 Оразбекова Л.Ж., Макенбаева Ш.К. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Теоретические основы технологии очистки воды»/ Жезказганский университет. – Жезказган, 2000.

References

- 1 National report on the state of the environment and use of natural resource for 2011 – 2014 years. (2015) [Ministerstvo energetiki RK], Astana, Kazakhstan. (In Russian)
- 2 Salapanova V.S., Kilibaeva G.K., Aitambaeva L.N. (2012) Open ponds [Vestnik KazNMU] 12 (In Russian)
- 3 Temeshev A.(2016) Almaty Rivers – on the brink of disaster [Karavan] (In Russian)
- 4 RMG 24481-80 Drinking water. Sample selection [Voda pit'yevaya. Otkor prob]. Moscow, Russia, 1980 (In Russian)
- 5 RMG 4979-49 Water household drinking and industrial water supply. Methods for chemical analysis. Selection, storage and transport of samples [Voda hozyastvenno- pit'yevogo i promyshlennogo vodosnabzheniya. Metody himicheskogo analiza. Otkor, hranenie i transportirovanie prob]. Moscow, Russia, 1949 (In Russian)
- 6 Rodina E.M., Pavlichenko T.V., Orusbaev A.A. (2012) Determination of the organoleptic properties of water [Opredelenie organolepticheskikh svoystv vody: Metodicheskoe posobie k laboratornoi rabote po ecologi]. Kyrgyzko – Rossiyskiy Slavaynskiy Universitet, Bishkek, Kyrzystan. (In Russian)
- 7 Orazbekova L.Zh., Makenbaeva Sh.K. (2000) **Methodical instructions to laboratory work on discipline Theoretical Foundations of water treatment technology** [Metodicheskie ukazaniya k laboratornym zanaytiyam po diszipline «Teoreticheskie osnovyologii oshchistki vody»]. Zheskazganskiy universitet, Zheskazgan, Kazakhstan (In Russian)

^{1,2}Сейсенбаева А.С.,
¹Тойшибеков Е.М.,
¹Игманов У.И.,
¹Валиева Б.А.,
^{1,2}Есимсиитова З.Б.

¹Институт экспериментальной биологии имени Ф.М. Мухамедгалиева, Казахстан Алматы, обл.,
²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

Влияние различных криопротекторов на жизнеспособность ткани яичника овец при замораживании в парах жидкого азота

^{1,2}Seisenbayeva A.S.,
¹Toishibekov Y.M.,
¹Iglmanov U.I.,
¹Valieva B.A.,
^{1,2}Yessimsiitova Z.B.

¹Institute of Experimental Biology named after F. Mukhamedgaliyev, Kazakhstan, Almaty
²Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

Influence of various cryoprotectors on survival of sheep's ovarian tissue with freezing in vapors of liquid nitrogen

^{1,2}Сейсенбаева А.С.,
¹Тойшибеков Е.М.,
¹Игманов У.И.,
¹Валиева Б.А.,
^{1,2}Есимсиитова З.Б.

¹Ф.М.Мұхамедғалиев атындағы эксперименттік биология институты, Қазақстан, Алматы обл.
²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

Сұйық азот буында мұздатылған қойдың аналық без ұлпасының өміршеңдігіне әртүрлі криопротекторлардың әсері

Современные методы вспомогательной репродуктивной технологии используются не только для сохранения репродуктивного потенциала человека, но и для сохранения биоразнообразия диких и исчезающих видов сельскохозяйственных животных. В настоящее время методы искусственного оплодотворения и трансплантации эмбрионов хорошо развиты и используются в программах разведения и сохранения. Альтернативным методом сохранения генетического материала является криоконсервация незрелых ооцитов в примордиальных фолликулах, расположенных в коре яичника. В связи с тем, что яичник содержит большое количество фолликулов, то криоконсервация ткани яичника имеет преимущества перед криоконсервацией ооцитов и эмбрионов. В данном исследовании криоконсервацию ткани яичника овец аборигенной Чуйской популяции проводили в парах жидкого азота на высоте 5 см от поверхности в течение 20 минут с использованием различных криопротекторов: 1,5 М диметилсульфоксид (ДМСО), 1,5 М пропиленгликоль (ПГ), 1,5 М этиленгликоль (ЭГ) и 1,5 М глицерин (ГЛ). Анализ сравнительного гистологического изучения показывает, что использование 1,5 М ПГ и 1,5 М ДМСО является наиболее эффективными для сохранения жизнеспособности овариальных фолликулов.

Ключевые слова: глицерин, диметилсульфоксид, замораживание, пропиленгликоль, ткани яичника, фолликул, этиленгликоль.

The procedure of ovarian tissue cryopreservation permits conservation of hundreds of immature oocytes kept within the protective environment of the original ovarian tissue. An important advantage of this technique that the hormonal stimulation is not required in this case. Additionally, because the primordial follicles are small and have a simple structure, they are much more tolerant to manipulation and to the freeze-thaw procedure compared with the large growing follicles. A key element of a good cryopreservation to cell survival is the physicochemical relationship of heat and water transport between the intra- and extracellular environment. The art of cryobiology involves the addition of one or more cryoprotectants which generally reduce both the eutectic and freezing points. Therefore the purpose of this work is identification of an optimum method of a cryopreservation of sheep's ovarian tissue using of various cryoprotectors.

Key words: dimethyl sulfoxide, ethylene glycol, freezing, follicles, glycerol, ovarian tissue, propylene glycol.

Қосымша репродуктивті технологияның жаңа әдістері адамдардың репродуктивті потенциалын сақтаумен қатар жабайы және сирек бара жатқан үй жануарларының биоалуантүрлілігін сақтау мақсатында да қолданылады. Соның ішінде қолдан ұрықтандыру мен эмбрионды трансплантациялау қазіргі кезде жақсы жетілген әдістер болып саналады. Сондықтан бұл әдістер жануарлар биотехнологиясы саласында, көбейту мен сақтау бағдарламаларында кең қолданысқа ие. Бірақ ооциттер мен эмбриондарды криоконсервациялаудың кемшілігі – оларды алу үшін аналық безді стимуляциялау керек, бұл процесс жануарлардың түріне байланысты белгілі бір уақытты қажет етеді. Бұл әдістер тез арада пайдалануға жарамсыз, ал in vivo жолымен алынған ооциттердің саны аз болғандықтан генетикалық материалды максимальды деңгейде сақтауға жеткіліксіз болып саналады. Ұсынылып отырған зерттеу жұмысында аборигенді Шу популяциясы қойының аналық без ұлпасы әртүрлі криопротекторларды: 1,5 М диметилсульфоксид (ДМСО), 1,5 М пропиленгликоль (ПГ), 1,5 М этиленгликоль (ЭГ) және 1,5 М глицеринді (ГЛ) қолдана отырып сұйық азоттың буында 5 см биіктікте мұздатылды. Салыстырмалы гистологиялық талдау әдісі бойынша сұйық азот буында мұздату кезінде криопротектор ретінде 1,5 М ПГ мен 1,5 М ДМСО қолдану без фолликулдарының өміршеңдігіне эффективті әсер ететіні белгілі болды.

Түйін сөздер: аналық без ұлпасы, глицерин, диметилсульфоксид, мұздату, пропиленгликоль, фолликул, этиленгликоль.

¹Институт экспериментальной биологии имени Ф.М. Мухамедгалиева,
Алматинская обл., Республика Казахстан

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы

*E-mail: S_akerke@mail.ru

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КРИОПРОТЕКТОРОВ НА ЖИЗНЕСПОСОБ- НОСТЬ ТКАНИ ЯИЧНИКА ОВЕЦ ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ В ПАРАХ ЖИДКОГО АЗОТА

Введение

Исходя из положений Международной конвенции о биологическом разнообразии одной из первоочередных задач является «сохранение, устойчивое использование и инвентаризация генетических ресурсов живых организмов». В конвенции подчеркивается значение сохранения и регионального использования генетических ресурсов для продовольствия и сельского хозяйства, с учетом взаимозависимости стран, обладающих этими ресурсами, для продовольственной безопасности планеты. В республике Казахстан работы по сохранению биоразнообразия ведутся в основном посредством сохранения диких популяций редких видов животных. Однако доступными и экономически целесообразными методами сохранения генетического ресурса животных *in vitro* в настоящее время являются криосохранение репродуктивных клеток, эмбрионов и тканей [1, 2]. Во всех развитых странах созданы национальные программы по сохранению, воспроизводству и исследованию пород сельскохозяйственных животных. Приоритетными объектами охраны в агробиоценозах являются сорта культурных растений и локальные породы одомашненных животных [3, 4]. Наиболее общими критериями при сохранении локальных пород являются: жизнеспособность, адаптивность, состояние здоровья, воспроизводительные способности, а также уникальный генетический полиморфизм на молекулярном и морфологическом уровнях [5]. В связи с этим становится актуальной сохранения генофондов локальных сельскохозяйственных видов животных, представляющих генетическую ценность.

В настоящее время для сохранения генетических ресурсов животных используются такие современные методы биотехнологии как культивирование и оплодотворение яйцеклеток, криоконсервация гамет и тканей [6, 7]. Криоконсервация ткани яичника, содержащей примордиальные фолликулы, позволяет сохранить женских гамет в максимальном количестве. Яичники млекопитающих содержат тысячи яйцеклеток, заключенных в фолликулы, что представляет 90% фолликулярной популяции. Сохранения ткани яичника позволяет получить сотни незрелых ооцитов *in situ* без необходимости индукции

овуляции. Криоконсервация ткани яичника имеет большие преимущества в виду большого содержания фолликулов и меньшее количество этических дилемм [8, 9]. Вероятность успешности этого метода объясняется следующими положениями: ооцит менее дифференцирован, имеет небольшие размеры, клеточную стадию деления (профаза 1-го мейотического деления), низкую метаболическую активность, отсутствие прозрачной оболочки, монослой клеток гранулезы, корковые гранулы не существуют и фолликул менее чувствителен к ишемии [10]. Метод низкотемпературного консервирования ткани яичника состоит из нескольких этапов: забор ткани, инкубация с криопротектором, замораживание и отогрев. От подбора оптимальных условий на всех перечисленных выше этапах зависит сохранение жизнеспособности ткани яичника. Современные направления криоконсервации ткани яичника включают оптимизацию протоколов замораживания/размораживания и технологии культивирования, чтобы сохранить максимальный пул фолликулов с целью увеличения количества жизнеспособных фолликулов после криоконсервации. При этом разработка криогенной технологии сохранения генома животных способствует международному обмену геноматериалами, созданию банка их генофонда.

Целью данной работы является исследование степени жизнеспособности фолликулов при замораживании ткани в парах жидкого азота с использованием различных криопротекторов для выявления оптимального метода криоконсервации ткани яичника овец.

Материалы и методы

Коллекция кортикальной ткани и разделение на группу.

Объектом исследования служили яичники 2,5-годовалых овец аборигенной Чуйской популяции. Яичники были взяты путем забоя животных, транспортированы в лабораторию при 37°C в фосфатно-солевом буфере Дюльбекко (ФСБД). Яичники в количестве 8 экземпляров освободили от связок и промыли несколько раз в фосфатно-солевом буфере (ФСБ) с антибиотиками (пенициллин, стрептомицин). После снятия макроскопических данных яичники помещали в буфер Herpes 199 с 10% антибиотиком, удаляли мозговую часть яичника, кортикальную часть разделили на мелкие кусочки с размером 1x5x10 мм с помощью одноразового скальпеля. Затем полученные образцы поделили на 5 подо-

пытных групп по принципу аналогов: 1) криопротектор 1,5 М ДМСО; 2) криопротектор 1,5 М ЭГ; 3) криопротектор 1,5 М ПГ; 4) криопротектор 1,5 М ГЛ; 5) контрольная группа не подвергалась воздействию криопротекторов и не замораживалась.

Криоконсервация ткани яичника (замораживание и размораживание)

Для эквilibрации использовали трехэтапное введение криопротекторов во всех подопытных группах:

1) 0,3 М криопротектор (ДМСО; ЭГ; ПГ; ГЛ) на ФСБД + 0,5 М сахараза. Образцы эквilibрировали в течение 5 мин.;

2) 0,75 М криопротектор (ДМСО; ЭГ; ПГ; ГЛ) на ФСБД + 0,5 М сахараза. Образцы эквilibрировали в течение 5 мин.;

3) 1,5 М криопротектор (ДМСО; ЭГ; ПГ; ГЛ) на ФСБД + 0,5 М сахараза. Образцы эквilibрировали в течение 10 мин.

Для замораживания образцов использовали соломинки (IMV technologies, Франция) емкостью 0,5 см³. Заполнение и запаивание промаркированных соломинок проводили в течение 10 минут до начала замораживания. За это время образцы эквilibрировались (3-й этап введения криопротектора) в размораживающем растворе. Временной интервал от помещения образца в среду с криопротектором до начала охлаждения не превышал 10-20 минут. Образцы в соломинках замораживали в парах жидкого азота на высоте 5 см от поверхности в течение 20 минут, затем погружали в жидкий азот и хранили в сосудах Дьюара.

Для размораживания замороженные образцы в соломинках 5 сек. держали в атмосферном воздухе при комнатной температуре, затем помещали в водяную баню при температуре 37°C. Время экспозиции в водяной бане визуальнo контролировали присутствием льда в пробирке; как только лед был истончен до 1-2 мм и извлекали образцы с раствора в чашки Петри. Для выведения криопротекторов кусочки ткани последовательно помещали в следующие растворы:

- 0,75 М сахараза + 10% ФТС (фетальная телячья сыворотка)+ ФСБД в течение 10 мин.;
- ФСБД + 10% ФТС в течение 30 мин.;
- в питательной среде для *in vitro* культивирования ткани в течение 15 мин [11].

Все реактивы, использованные в исследовании, фирмы «Sigma-Aldrich» (США).

Гистологическая обработка

Контрольные и размороженные образцы ткани яичника фиксировали в 10% нейтраль-

ном формалине в течение 24 часов, дегидратировали и заключали в парафиновые блоки. С каждого образца делали серийные срезы толщиной 5 мкм, окрашивали гематоксилин-эозином и по Ван Гизону [12]. Исследование полутонких и гистологических препаратов осуществляли с использованием светового микроскопа при увеличениях объектива х20 и х40. Микрофото съемку осуществляли с помощью микроскопа Zeiss Axiostar plus, «Видеотест морфология» (Carl Zeiss, Германия). Анализ гистологических срезов осуществляли, изучая только фолликулы с видимым ядром для исключения повторного счета одного и того же фолликула в анализируемом срезе.

Жизнеспособность ткани яичника определяли по целостности структуры примордиальных, первичных, вторичных и антральных фолликулов в гистосрезе. Морфологию фолликулов идентифицировали согласно классификации К. Октау [13], модифицированной по Cougeon [14]: примордиальный – ооцит окружен одним слоем уплощенных гранулезных клеток; первичный – ооцит окружен одиночным слоем кубических клеток гранулезы; преантральный – ооцит окружен более чем двумя слоями гранулезных клеток, расположенных на базальной мембране, вокруг которой находятся единичные тека-клетки; антральный – ооцит увеличен в объеме, окружен несколькими слоями гранулезных клеток, формируется полость, содержащая фолликулярную жидкость.

Результаты исследования

Микроскопический анализ препаратов свежей ткани окрашенных гематоксилин эозином показал неповрежденную морфологию примордиальных и вторичных фолликулов с плотным контактом ооцитом и окружающими гранулезными клетками, а также между соседними гранулезными клетками (рис. 1 и 2).

Исследование показало, что при замораживании ткани яичника в пару жидкого азота с использованием в качестве криопротектора диметилсульфоксида обычную структурную организацию сохраняют отдельные антральные и примордиальные фолликулы. В сохранившихся антральных фолликулах ооцит был шаровидной формы, имел мелкозернистую цитоплазму, четко выраженную блестящую оболочку, почти полностью окруженную венцом кумулезных клеток (рис. 3 и 4).

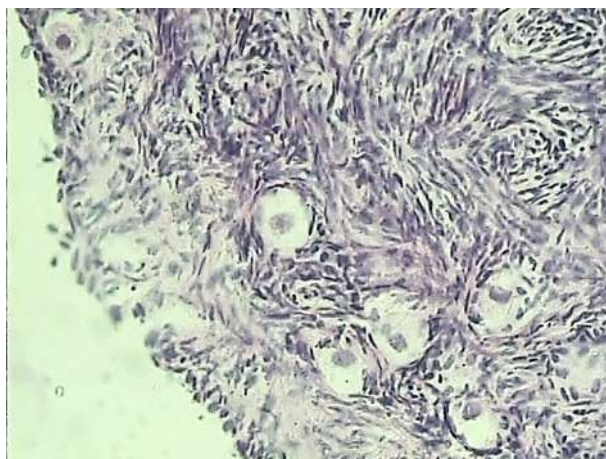


Рисунок 1 – Контрольная группа. Примордиальные фолликулы. Окраска по Гематоксилин-Эозин. Об. х40

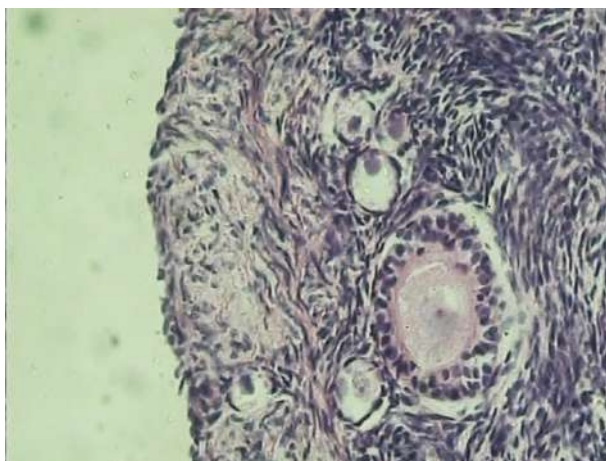


Рисунок 2 – Контрольная группа. Вторичный фолликул. Окраска по Гематоксилин-Эозин. Об. х40

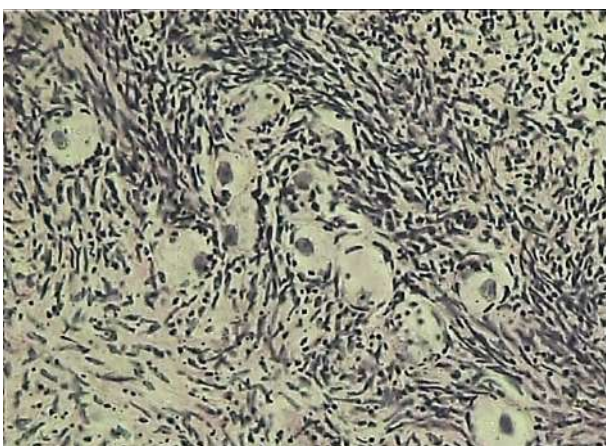


Рисунок 3 – Гистологический срез замороженной ткани яичника с диметилсульфоксидом. Отдельные примордиальные фолликулы не повреждены. Окраска по Ван-Гизону. Об. х40

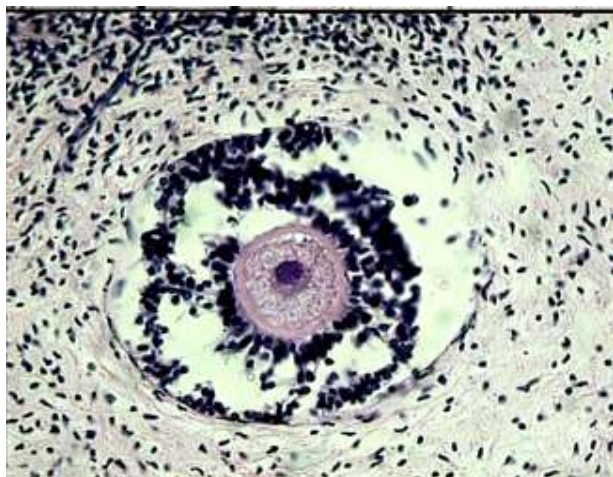


Рисунок 4 – Гистологический срез замороженной ткани яичника с диметилсульфоксидом.
Не поврежденный антральный фолликул
со здоровым ооцитом. Окраска по Гематоксилин –
Эозин. Об. x40

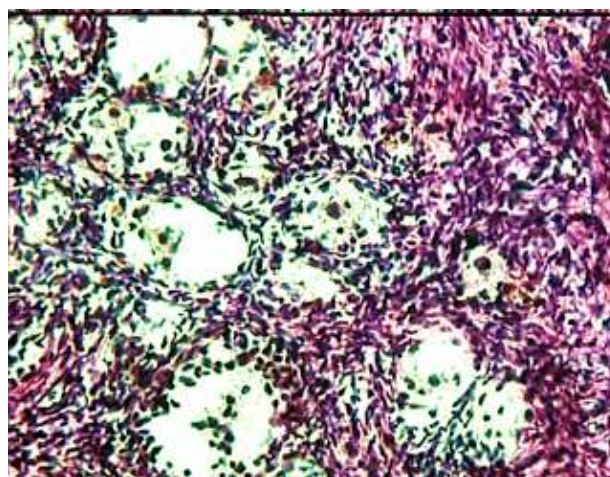


Рисунок 5 – Гистологический срез замороженной ткани яичника с глицерином.
Примордиальные фолликулы повреждены.
Окраска по Ван-Гизону.
Об. x40

При использовании глицерина в качестве криопротектора примордиальные и антральные фолликулы были повреждены (рис. 5 и 6). Разрушение антральных фолликулов проявлялось, в частности, потерей ооцитом блестящей оболочки и кумулезного слоя, разрыхлением гранулы и пикноморфностью ее клеток. В одних разрушающихся ранних антральных фолликулах ооцит, лишенный блестящей оболочки и кумулы, имел обычную шаровидную форму, мелкозернистую ооплазму, отдельные белковые гранулы и округлое неповрежденное ядро. По-видимому, процесс повреждения фолликула начинается с повреждения фолликулярного эпителия, затем вовлекается в деструктивный процесс кумулеза и блестящая оболочка ооцита.

Морфологическая оценка замороженной ткани с этиленгликолем показала, что примордиальные и антральные фолликулы были в состоянии разрушения (рис. 8 и 9). В ранних антральных фолликулах было отмечено отторжение клеток гранулы и их пикноморфность. Ооцит, потерявший блестящую оболочку в процессе кумулеза, был также пикноморфен, цитоплазма его мелко вакуолизирована, лишена кортикальных зерен.

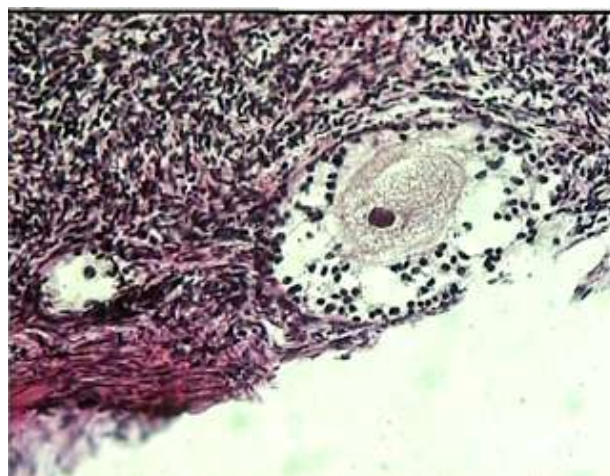


Рисунок 6 – Гистологический срез замороженной ткани яичника с глицерином. Разрушение раннего антрального фолликула. Окраска по Ван-Гизону.
Об. x40

Исследование ткани яичника, где в качестве криопротектора использовался пропиленгликоль, показало, что количество сохранивших обычную структурную организацию фолликулов ранних и мелких антральных фолликулов было сравнительно значительным (рис. 10 и 11).

При размере раннего антрального фолликула 461,4 мкм ооцит в размере равнялся 78,0 мкм, на месте подвергшихся атрезии примордиальных фолликулов обнаруживались скопления клеток фолликулярного эпителия в виде темноокрашенных комочков.

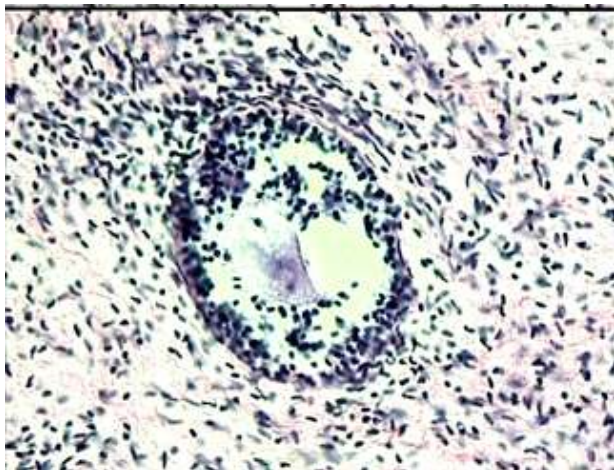


Рисунок 8 – Гистологический срез замороженной ткани яичника с этиленгликолем. Повреждение раннего антрального фолликула. Окраска по Гематоксилин – Эозин. Об. х40

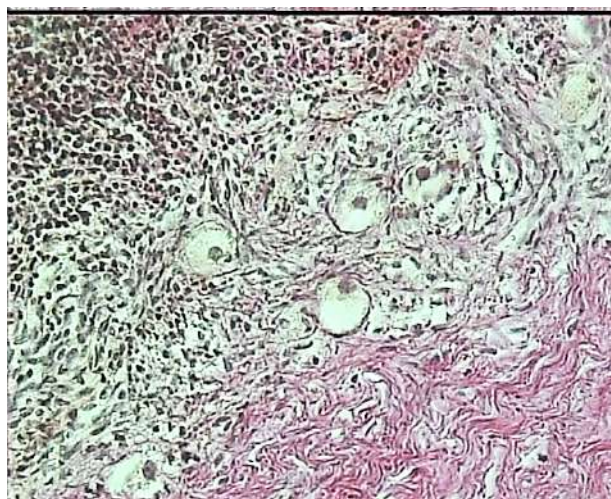


Рисунок 9 – Гистологический срез замороженной ткани яичника с этиленгликолем. Примордиальные фолликулы повреждены. Окраска по Гематоксилин – Эозин. Об. х40

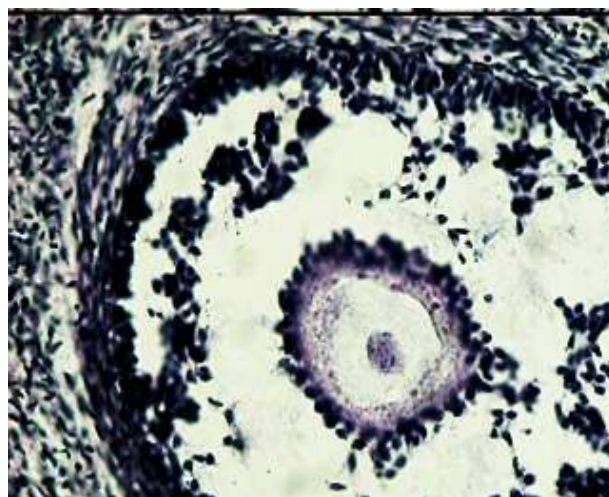


Рисунок 10 – Гистологический срез замороженной ткани с пропиленгликолем. Ранний антральный фолликул сохранен. Окраска по Гематоксилин – Эозин. Об. х20

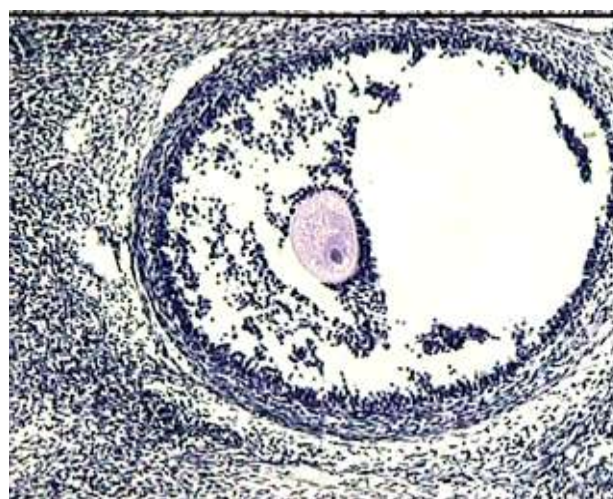


Рисунок 11 – Гистологический срез замороженной ткани с пропиленгликолем. Ранний антральный фолликул сохранен. Окраска по Гематоксилин – Эозин. Об. х20

Обсуждение

Влияние различных криопротекторов при замораживании в парах жидкого азота на выживаемость ткани яичника овец в нашем эксперименте показало, что примордиальные и

антральные фолликулы хорошо сохранили свою жизнеспособность в группе, где в качестве криопротектора использовался 1,5 М ПГ, чем в остальных группах. Также было обнаружено, что отдельные примордиальные и антральные фолликулы сохранили целостность структуры в группе 1,5 М ДМСО. В группах, где в качестве криопротектора использовались ГЛ и ЭГ, наблюдалось разрушение как примордиальных, так и антральных фолликулов.

Сложность криоконсервирования ткани яичника соизмерима с консервированием целых органов, так как требует сохранения гетерогенной функциональной единицы яичника – фолликулы, состоящей из нескольких типов соматических клеток (гранулы, кумулюса, теки) и половой клетки (ооцита), которые отличаются размером, объемом и проницаемостью мембраны. Криоконсервация ткани яичника может быть выполнена двумя основными методами: с помощью медленного замораживания и витрификации. Медленное программное замораживание (в англоязычной литературе – «slow freeze») заключается в постепенном программируемом понижении температуры [15-17]. Предотвращение образования внутривнутриклеточного льда и, соответственно, сохранность клеток достигается путем медленного понижения температуры, что приводит к постепенному выходу воды и замене последней на криопротекторы после предварительной экспозиции в эквilibрационном растворе. Важные факторы при замораживании клеток – это скорость охлаждения, свойство и концентрация криопротекторов и температура сидинга. Сидинг – необходимый процесс для уменьшения изменения температуры в момент ледяного образования. Эти изменения вызваны экзотермической реакцией, являющейся результатом формирования ледяных кристаллов. Температура сидинга варьируется в зависимости от свойства и концентрации криопротектора и скорости охлаждения. Например, для 1,5 М диметилсульфоксида (ДМСО), используя один и тот же замораживающий протокол (0,38°С/мин), можно применять разные температуры сидинга: -7°С, -8°С и -9°С [18-20]. При использовании более точной скорости охлаждения были получены хорошие результаты. В данном исследовании мы продемонстрировали, что криоконсервация ткани яичника овец в парах жидкого азота также позволяет сохранить жизнеспособность примордиальных и некоторых антральных фолликулов в зависимости от криопротектора. Хотя при замораживании в парах жидкого азота происходит спонтанный сидинг.

Для предотвращения криоповреждения клеток при криоконсервации используются такие основные проникающие криопротекторы, как диметилсульфоксид, этиленгликоль, пропиленгликоль, глицерин и непроницающий криопротектор сахараза. В 90-х годах было проведено несколько успешных экспериментов по низкотемпературному консервированию ткани яичника в присутствии ДМСО [21-23], который является часто используемым криопротектором при криоконсервации ткани яичника овец [22] и мышей [19, 24, 25]. Диметилсульфоксид – превосходный криопротектор, однако из-за дестабилизации клеточной мембраны и полимеризации микротрубочек приводит к анеуплоидии (мутагенный эффект) [26]. Поэтому его нужно сравнить с менее токсичными криопротектантами, такими как этиленгликоль, пропиленгликоль и глицерин. Следует отметить, что при рассмотрении токсичности криопротектора для оценки жизнеспособности клетки после криоконсервации необходимо учитывать его защитные эффекты и скорость охлаждения. Сравнительное изучение различных 1,5 М криопротекторов при замораживании в нашем исследовании показывает, что жизнеспособность овариальных фолликулов в наибольшей степени сохраняются с ПГ и ДМСО, чем ЭГ и ГЛ. ЭГ считается менее токсичным, однако проницаемость ДМСО очень высока. Таким образом, разрушения овариальных фолликулов в группах ЭГ и ГЛ могут быть вызваны осмотическим повреждением из-за более медленного проникновения этих криопротекторов.

Основополагающий протокол низкотемпературного консервирования в присутствии ДМСО для ткани яичника овец был разработан Gosden R.G и его соавторами в 1994 г. В результате последующей аутотрансплантации данной криоконсервированной ткани яичника появилось потомство [22]. В дальнейшем этот протокол был модифицирован Okaui K. и его соавторами для криоконсервирования ткани яичника человека в криозащитном растворе, содержащем 1,5 М ДМСО с добавлением 0,1 М сахаразы и увеличением времени эквilibрации до 30 мин при 4°С. В результате использования данного протокола на гистологических срезах ткани яичника человека после криоконсервирования было выявлено незначительное количество первичных фолликулов [27]. Многочисленные экспериментальные данные, полученные Gook D.A. и его соавторами [28, 29], показали успешное замораживание фрагментов ткани

яичника в присутствии ПГ, где процент выживаемости фолликулов составлял более 50%. Позже исследования, проведенные Novatta O. и соавт. в 1996 г., доказали устойчивость ткани яичника человека к низкотемпературному консервированию в присутствии ДМСО или в сочетании ПГ и сахарозы. По данным некоторых исследований, выживаемость овариальных фолликулов при криоконсервации овариальной ткани женщин [30] и мышей [19] показала отсутствие существенной разницы между криопротекторами ДМСО и ПГ. Эти различные результаты могут произойти из-за различия между методами, включая состав и концентрацию криопротекторов, их время воздействия и кон-

тейнера. Исследователи использовали различные типы контейнеров, такие как криопробирки или криосоломинки, которые могут повлиять на результаты. Также эффект криопротекторов на выживаемость фолликулов может быть зависимым от метода и шагов, которые использовались во время замораживания и размораживания. Это требует дальнейшего исследования.

Данная работа была выполнена в рамках проекта 3846/ГФ4 «Изучение выживаемости ткани яичника и вторичных фолликулов местных пород овец Казахстана после различных методов криосохранения». Номер госрегистрации: 0115PK00422.

Литература

- 1 Preetmoninder L, Andrea S (2012) Biotechnologies for the Management of Genetic Resources for Food and Agriculture, Book: Advances in Genetics, Chapter 1, 78:1–167. ISBN: 978-0-12-394394-1
- 2 Watson, PF, Holt WV (2003) Book review. Cryobanking the genetic resource; wildlife conservation for the future, Cryobiology, 46:103–105. doi:10.1016/S0011-2240(02)00156-6
- 3 Global plan of action for animal genetic resources and the Interlaken Declaration adopted by the International Technical Conference on Animal Genetic Resources for Food and Agriculture Interlaken, Switzerland (2007), © FAO, P.1-35. ISBN 978-92-5-105848-0
- 4 Andrabi SMH, Maxwell WMC (2007) A review on reproductive biotechnologies for conservation of endangered mammalian species, Animal Reproduction Science, 99:223–243. doi:10.1016/j.anireprosci.2006.07.002
- 5 Blackburn HD, Toishibekov Y, Toishibekov M, Welsh CS, Spiller SF, Brown M, Paiva SR (2011) Genetic diversity of Ovis aries populations near domestication centers and in the New World, Genetica, 139(9):1169-1178. doi 10.1007/s10709-011-9619-4
- 6 Torsten NK, Ary AH, Cino P, Astrid VS (2015) What can livestock breeders learn from conservation genetics and vice versa? Front Genetica, 6:38. doi: 10.3389/fgene.2015.00038
- 7 Welders H, Hiemstra SJ (2011) The potential of cryopreservation and reproductive technologies for animal genetic resources conservation strategies, Cryobiology, 63:306–342 doi:10.1016/j.cryobiol.2011.09.042
- 8 Pierre C, David W (2014) Mammalian fertility preservation through cryobiology: value of classical comparative studies and the need for new preservation options, Reproduction, Fertility and Development, 26(1): 91–98. doi: 10.1071/RD13259
- 9 Campbell BK, Hernandez MJ and at all. (2014) Restoration of ovarian function and natural fertility following the cryopreservation and autotransplantation of whole adult sheep ovaries, Human Reproduction, 29(8):1749–1763. doi: 10.1093/humrep/deu144
- 10 Michel DV, Johan S, Teresa K Woodruff (2014) Fertility preservation 2. Fertility preservation in women with cancer, NIH Public Access, Lancet., 4; 384(9950): 1302–1310. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60834-5
- 11 Seisenbayeva A., Toishibekov Y., Iglmanov U., Kayubaeva B., Valiyeva B (2015) Effective method for in vitro culture of cryopreserved ovine ovarian tissue. Reproduction. Proceedings of the Annual Conference of the International Embryo Transfer Society. Reproduction, Fertility and Development 28(2): 193-194, <http://dx.doi.org/10.1071/RDv28n2Ab126>
- 12 Hewitson TD, Darby IA (2010) Hystology protocols. Shpringer protocols, Humana Press, 3-171. doi: 10.1007/978-1-60327-345-9
- 13 Oktay K, Newton H, Mullan J (1998) Development of human primordial follicles to antral stages in SCID/hpg mice stimulated with follicle stimulating hormone, Human Reproduction, 13(5):1133–1138. doi:10.1093/humrep/13.5.1133
- 14 Gougeon A. (1986) Dynamics of follicular growth in the human: a model from preliminary results, Human Reproduction, 1: 81–87. <http://humrep.oxfordjournals.org>
- 15 Matheus R, Karinna L and et al. (2013) Fresh embryo transfer versus frozen embryo transfer in vitro fertilization cycles: a systematic review and meta analysis, Fertility and Sterility, 99(1):156–162. doi:10.1016/j.fertnstert.2012.09.003
- 16 Wiedemann C, Zahmel J, Jewgenow K (2013) Short-term culture of ovarian cortex pieces to assess the cryopreservation outcome in wild felids for genome conservation, BMC Vet Res., 9(37):1746-6148. doi: 10.1186/1746-6148-9-37
- 17 Mahajan N (2015) Fertility preservation in female cancer patients: An overview, J Human Reproduction Science, 8(1): 3–13. doi: 10.4103/0974-1208.153119
- 18 Abedelahi A, Rezaei-Tavirani M, Mohammadnejad D (2013) Fertility Preservation Among the Cancer Patients by Ovarian Tissue Cryopreservation, Transplantation, and Follicular Development, Iran J Cancer Prev., 6(3): 123–132. PMC 4142925

- 19 Candy CJ, Wood MJ, Whittingham DG (1997) Effects of cryoprotectants on the survival of follicles in frozen mouse ovaries, *Journal of Reproduction and Fertility*, 110:11–19. doi: 10.1530/jrf.0.1100011
- 20 Parrott DMV (1960) The fertility of mice with orthotopic ovarian grafts derived from frozen tissue, *Journal of Reproduction and Fertility*, 1:230–241. doi: 10.1530/jrf.0.0010230
- 21 Cox SL, Shaw J, Jenkin G (1996) Transplantation of cryopreserved fetal ovarian tissue to adult recipients in mice, *Journal of Reproduction and Fertility*, 107:315–322. doi: 10.1530/jrf.0.1070315
- 22 Gosden RG, Baird DT, Wade JC, Webb G (1994) Restoration of fertility to oophorectomized sheep by ovarian autografts stored at –196°C, *Human Reproduction*, 9:597–603. <http://humrep.oxfordjournals.org>
- 23 Harp R, Leibach J, Black J and et al. (1994) Cryopreservation of murine ovarian tissue, *Cryobiology*, 31:336–343. doi:10.1006/cryo.1994.1042
- 24 Parkes AS (1956) Grafting of mouse ovarian tissue after freezing and thawing, *Journal of Endocrinology*, 14:30–31. <http://joe.endocrinology-journals.org/>
- 25 Szein J, Sweet H, Farley J, Mobraaten K (1998) Cryopreservation and orthotopic transplantation of mouse ovaries: new approach in gamete banking, *Biol. Reprod.*, 58(4): 1071–1074. doi:10.1095/biolreprod58.4.1071
- 26 Milenkovic M, Wallin A, Ghahremani M, Brännström M. Whole sheep ovary cryopreservation: evaluation of a slow freezing protocol with dimethylsulphoxide, *J Assist Reprod Genet.*, 28(1):7–14. doi: 10.1007/s10815-010-9477-5
- 27 Oktay K, Newton H, Gosden RG (2000) Transplantation of cryopreserved human ovarian tissue results in follicle growth initiation in SCID mice, *Fertility and Sterility*, 73(3):599–603. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0015-0282\(99\)00548-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0015-0282(99)00548-8)
- 28 Gook DA, Osborn SM, Bourne H, Johnston WI (1994) Fertilization of human oocytes following cryopreservation; normal karyotypes and absence of stray chromosomes, *Human Reproduction*, 9(4):684–691. <http://humrep.oxfordjournals.org>
- 29 Gook DA, Osborn SM, Johnston WI (1993) Cryopreservation of mouse and human oocytes using 1,2-propanediol and the configuration of the meiotic spindle, *Human Reproduction*, 8(7):1101–1109. <http://humrep.oxfordjournals.org>
- 30 Hovatta O, Silye R, Krausz T, Abir R, Margara R, Geoffrey T, et al. (1996) Cryopreservation of human ovarian tissue using dimethylsulphoxide and propanediol-sucrose as cryoprotectants, *Human Reproduction*, 11: 1268–1272. <http://humrep.oxfordjournals.org>

¹Сулейменова Н.Ш.,
²Филиппова М.В.,
¹Жараспаева С.М.

¹Казакский национальный аграрный университет, Казахстан, г. Алматы
²Руссенский университет им. Ангел Кънчева, Болгария, г. Русе

Экологические аспекты химизации земледелия при ресурсосберегающей технологии возделывания сои

В данной статье приведены результаты изучения экологического аспекта химизации земледелия и эффективность ресурсосберегающей технологии возделывания сои при оптимальных нормах внесения минеральных удобрений для повышения продуктивности агроэкосистемы. Дана сравнительная оценка обоснования питательного режима почвы и выявления экологических последствий применения минеральных удобрений при традиционной и ресурсосберегающей технологии возделывания сои. Проведен анализ обеспеченности посева питательными веществами при различных вариантах применения минеральных удобрений. Определено содержание подвижных форм фосфора и азота по горизонтам почвы, по фазам развития растения при различных вариантах доз удобрений и технологиях возделывания сои. Доказано, что минеральные удобрения являются одним из главных факторов стабилизации экологического состояния почвы, обеспечивающим оптимизацию питательного режима и повышение продуктивности сои при ресурсосберегающей технологии возделывания в условиях орошения юго-востока Казахстана. Применение научно обоснованных ресурсосберегающих приемов с элементами экологически безопасной интенсивной технологии позволяет достаточно оперативно поддерживать стабильность агроэкосистемы.

Ключевые слова: минеральные удобрения, ресурсосберегающая технология, соя, химизация земледелия, экологические аспекты.

¹Suleimenova N.Sh.,
²Filipova M.V.,
¹Zharaspayeva S.M.

Kazakh National Agrarian university,
Kazakhstan, Almaty
²Angel Kanchev University of Ruse.
Ruse, Bulgaria

Environmental aspects of agriculture chemicalization with resource-saving technology of cultivation of soy

Results of studying of chemicalization ecological aspect of agriculture and cultivation effectiveness of resource-saving technology of soy at optimum norms of application of mineral fertilizers for agroecosystem efficiency increase are given in this article [1]. The comparative assessment of reasoning of the nutritious mode of the soil and identification of ecological consequences of application of mineral fertilizers at traditional and resource-saving technology of cultivation of soy is given. The analysis of crop provision with nutrients at various options of using mineral fertilizers is given. The content of active forms of phosphorus and nitrogen on the soil horizons is determined by phases of plant development at various options of doses of fertilizers and technologies of soy cultivation. It is proved that mineral fertilizers are one of the main factors of stabilization of soil ecological condition, providing optimizations of the nutritious mode and increase of soy efficiency at resource-saving technology of cultivation in the conditions of irrigation in the southeast of Kazakhstan. Application of evidence-based resource-saving methods with elements of ecologically safe intensive technology allows to quickly maintain stability of agroecosystem.

Key words: Agriculture, chemicalization, ecological aspects, mineral fertilizers, resource-saving technology, soybeans.

¹Сулейменова Н.Ш.,
²Филиппова М.,
¹Жараспаева С.

¹Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
²Ангел Кънчев атындағы Русе университеті, Болгария, Русе қ.

Ресурс үнемдеу технологиясымен соя өсіруде егіншілікті химизациялаудың экологиялық аспектілері

Бұл мақалада егіншілікті химияландырудың экологиялық аспектісін және агроэкожүйенің өнімділігін арттыруда минералды тыңайтқыштардың оңтайлы нормаларын пайдалана отырып майбұршақ өсіруде ресурсүнемдеу технологиясының тиімділігін зерттеу нәтижелері көрсетілген. Майбұршақ өсіруде дәстүрлі және ресурсүнемдеу технологиясында қолданылатын минералдық тыңайтқыштардың экологиялық салдарын анықтап, топырақтың қоректік режимін негіздеу үшін салыстырмалы талдау жасалған. Майбұршақ өсірудің дәстүрлі технологиясын зерттеуде тыңайтқышсыз (St) нұсқа және АҚ «Вита» кәсіпорны ұсынысы бойынша ұзақ мерзімде қолданылған $N_{60}P_{180}K_{90}$ дозасымен тыңайтқыш нұсқасы зерттелген. Ал ресурсүнемдеу технологиясын зерттеуде – $P_{60}K_{30}$ и – $N_{30}P_{60}K_{30}$ мөлшерінде минералды тыңайтқыш қолданылған екі нұсқа сыналған. Майбұршақ агроэкожүйесінің өнімділігін арттыру мақсатында ресурсүнемдеу технологиясын қолдануда, оның биоэнергетикалық потенциалын ұтымды пайдалану және интенсивті технология элементтері – минералды тыңайтқыштардың мөлшерін барынша төмендету жолдары зерттелген.

Түйін сөздер: егіншілікті химияландыру, майбұршақ, минералдық тыңайтқыштар, ресурсүнемдеу, технология, экологиялық аспектісі.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХИМИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ПРИ РЕ- СУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ

Введение

На современном этапе обострение экологической ситуации в мире, в т.ч. Казахстане в значительной мере связано с влиянием сельскохозяйственной деятельности на природную среду. Оценка изменений экосистемы, происходящих в результате антропогенного воздействия, служит основой разработки системы рационального ведения сельского хозяйства и природоохранных мер. Огромный ресурсный потенциал и индустриальное направление развития аграрного сектора Казахстана дают возможность производить и экспортировать экологически чистую продукцию. В связи с этим необходимо управлять природным богатством, грамотно организовать деятельность сельскохозяйственных субъектов и максимально эффективно трансформировать их в устойчивое развитие страны, избегая дестабилизации окружающей среды. Экологическая оценка дестабилизации заключается в определении фактических и возможных изменений состояния природной среды, обусловленных развитием самого сельского хозяйства [1].

Сельское хозяйство – комплексная отрасль биологического природопользования, в задачи которой входит рациональная эксплуатация и воспроизводство сельскохозяйственных ресурсов – почвенно-растительных и животных [2]. Первичная ресурсная база сельского хозяйства – естественное плодородие почв, биологическая продуктивность земледелия. [3] Главная задача земледелия – это увеличение урожайности культурных растений [4]. Для этого в настоящее время в сельском хозяйстве используются технологии, предусматривающие интенсивное применение минеральных удобрений, ядохимикатов, многократную обработку почвы, превращение на обширных территориях естественных биоценозов в искусственные. Ориентация на индустриально-технологические системы земледелия позволила многим развитым странам в относительно короткий исторический отрезок времени значительно увеличить объемы производства продуктов питания, так как растениеводство является одним из важнейших источников продовольствия для человека [5].

На сегодня важнейшим направлением развития растениеводства является интенсификация земледелия, где широко используются минеральные удобрения для оптимизации питательного режима и пестициды – оптимизации фитосанитарного состояния почвы. Химизация земледелия представляет собой один из основных способов его интенсификации и является залогом повышения продуктивности пашни аграрного производства [4]. В растениеводстве эффективность применения удобрений весьма значима. Однако на фоне имеющихся достижений химизации к концу XX в. обозначились и его недостатки. В пахотных почвах наблюдается постоянное снижение содержания гумуса, ухудшаются их биологические свойства [6]. Нерегулируемое применение средств химизации стало причиной накопления в почвах и грунтовых водах остатков минеральных удобрений и ядохимикатов, изменения биогеохимических потоков и загрязнения природных объектов. Агроэкосистемы, утратившие видовое разнообразие, свойственное естественным, превратились в простые одновидовые, а следовательно, и неустойчивые сообщества. Поддержание их состояния, которое обеспечивает необходимый уровень урожайности, с каждым годом требует все больших и больших затрат [2, 4].

В целом воздействие сельскохозяйственного производства на окружающую среду может превратиться в основную причину потенциального снижения плодородия пахотных земель и постепенной деградации отдельных структурных компонентов агроландшафтов. Неконтролируемое использование средств химизации явилось причиной ухудшения качества продукции сельского хозяйства. В продукции обнаруживаются нитраты, химические элементы, содержащиеся в удобрениях, остатки ядохимикатов [3]. То есть при химизации земледелия возникает экологическая проблема. При длительном, систематическом применении химических удобрений существует реальная возможность накопления их остатков, прежде всего в почве, а также в растениеводческой продукции, поражаются полезные микроорганизмы, флора и фауна почвы [4]. Кроме того, от массового применения химикатов загрязняются источники питьевой воды, гибнут леса. Эти негативные изменения в агроэкосистеме связаны с несбалансированностью процессов воздействия на окружающую среду, возникающей при применении средств химизации [5].

Все процессы, протекающие в агроэкосистемах, опосредованы трансформацией, аккумуляцией и миграцией минеральных удобрений в почвах. Почвенный покров в большей степени подвергается загрязнению, деградации и разрушению. Поэтому при экологической оценке последствий химизации земледелия следует учитывать изменение почв, грунтовых вод, воздуха, живых организмов и структуры фитотенноза под воздействием удобрений. Это приводит к снижению качества продукции, повышению содержания в ней нитратов и остаточных количеств минеральных удобрений. Одновременно происходит нарушение эколого-экономического баланса ресурсов агроэкосистемы, что влечет за собой снижение агрохимических, агрофизических и биологических показателей плодородия почвы и продуктивности возделываемой культуры, сои [6].

Соя – ценнейшая универсальная бобовая культура. Масло сои полувысыхающее, отличается высоким содержанием физиологически активных незаменимых жирных кислот. Соевый белок хорошо усваивается организмом и по биологической ценности приближается к белкам животного происхождения. Соя характеризуется неравномерным по фазам развития потреблением большого количества минеральных элементов. Создавая большую вегетативную массу и формируя семена с высоким содержанием жира и белка, соя нуждается в интенсивном минеральном питании. По данным исследователей, на формирование 1 ц зерна сои расходуется в среднем 8-10 кг азота, 2,0-3,5 кг фосфора и 3-4 кг калия [7]. В первый период роста от всходов до ветвления сое необходим фосфор, играющий важную роль при закладке генеративных органов. Критическим периодом в отношении азота является промежуток от фазы бутонизации до начала цветения, когда происходит прогрессивный рост вегетативной массы. Соя до начала цветения растения потребляет калия в 1,5 раза больше, чем азота, и в 1,8 раза больше, чем фосфора. Однако растение наибольшее количество калия использует в фазе формирования и налива бобов [8].

Соя с урожаем выносит много азота, однако, значительную часть его (примерно две трети), при хорошем развитии на корнях клубеньковых бактерий, растения усваивают из воздуха. Это объясняется симбиозом сои с клубеньковыми бактериями, за счет которого на 50-75% может удовлетворяться потребность в азоте. Для функционирования процесса азотфиксации необходи-

мо наличие в почве соответствующих бактерий (*Rhizobium japonicum*) или внесение их с семенами. В настоящее время наиболее эффективным бактериальным препаратом для применения на сое является ризовит-АКС, или нитрагин. Результаты исследований питательного режима ученых свидетельствуют о необходимости дифференцированного подхода к нормам внесения минеральных удобрений с учетом биологических особенностей культуры [9].

В случае повышенного применения удобрений возникают экологические проблемы, связанные с загрязнением почвы, и напротив, при их недостаточном использовании снижаются продуктивность и качество урожая. Поэтому почва должна иметь соответствующие агрохимические показатели плодородия для выращивания экологически чистой продукции – сои.

В этой связи необходимость изучения экологических аспектов химизации земледелия, а именно последствий длительного применения высоких доз минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур на современном этапе в конкретной агроэкосистеме является весьма актуальной проблемой. Данная статья направлена на изучение экологических аспектов химизации земледелия, выявление нарушения экологического равновесия агроэкосистемы и разработке оптимальных параметров элементов ресурсосберегающей технологии, направленной на улучшение экологической ситуации, поддержание стабильности агроэкосистемы и повышение продуктивности сои в условиях Алматинской области.

Методы исследования

Предгорная равнина Северного склона Заилийского Алатау, на которой проводились экспериментальные исследования, является засушливой зоной орошаемого земледелия, характеризуется резко континентальным климатом, низкой влажностью воздуха, обилием солнечного света, короткой, но довольно холодной зимой.

Распределение почв, формирование особенностей климата в регионе подчинено закону вертикальной зональности, которая наиболее четко выражена в центральной части Северного Тянь-Шаня, образованной хребтом Заилийского Алатау в междуречье Каскелен-Чилик. Эта часть открыта для влажных воздушных течений и имеет мощный задерживающий барьер высот – более 4 – 4,5 тыс.м. Абсолютные отметки высот территории – 550-700 м над уровнем моря.

Экспериментальные исследования проводились на территории учебно-опытной станции Казахского национального аграрного университета «Агроуниверситет», в 37 км от г. Алматы; ЧАФ «Тургень» в 59 км от г. Алматы которые расположены в северо-западной части Енбекшиказахского района Алматинской области,

Объектами исследования являются уникальная зернобобовая культура – соя (сорт Эврика), коротко-ротационный плодосменный севооборот. В качестве контроля в опытах служила традиционная технология возделывания сои в соответствии с рекомендациями Системы ведения сельского хозяйства Алматинской области [10]. Полевые опыты и экспериментальные исследования проведены общепринятыми классическими приемами: экспериментом и наблюдением. Выдержаны все методические требования, предъявляемые к методике закладки полевых экспериментов, и проводились по Б.А. Доспехову [11] и согласно методическим рекомендациям Бойко А.Т. и Карягина Ю.Г., ОАО «Vita» [8].

Биометрические и фенологические наблюдения проводились согласно рекомендации Института полеводства и овощеводства, и Методике ГОС сельскохозяйственных культур по выращиванию зерновых, зернобобовых и масличных культур [12, 13]. Полученные экспериментальные материалы обработаны статистическим методом.

Агрохимические исследования по определению питательного режима почвы включали несколько обязательных процедур: отбор проб, подготовку проб к анализу, определение содержания подвижных форм нитратного азота и фосфора (ГОСТ 17.4.4.02.). Для определения содержания подвижных форм питательных веществ в почве использовался метод, основанный на извлечении подвижных соединений фосфора из почвы раствором уксусной кислоты концентрации моль/дм при отношении почвы к раствору 1:25 и последующем определении фосфора в виде синего фосфорно-молибденового комплекса на фотоэлектроколориметре [7].

Для подготовки образцов к исследованию использовали метод РД 52.18.286-91 (РД 52.18.286-91). Пробы почв рассыпали на бумаге или кальке, пинцетом удаляли механические включения (растительные остатки, камни и прочее) и высушивали при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния. Высушенные образцы измельчали с помощью лабораторной мельницы или вручную в фарфоровой ступке и

полностью просеивали через пластмассовое сито с диаметром ячеек 1 мм.

Для определения содержания тяжелых металлов в почве использовался атомно-абсорбционный спектрофотометр Shimadzu AA7000 с лампами с полым катодом, изготовленными из элементов Cr, Zn, Cu, Pb, Cd. Для подготовки образцов к исследованию использовали метод РД 52.18.286-91 [15].

Для определения содержания подвижных форм N-NO₃ и P₂O₅, мг/кг в почве использовался фотоэлектроколориметр. Метод основан на извлечении подвижных соединений фосфора из почвы раствором уксусной кислот концентрации моль/дм при отношении почвы к раствору 1:25 и последующем определении фосфора в виде синего фосфорно-молибденового комплекса на фотоэлектроколориметре (Спирина & Соловьева, 2014) [16].

Использованные реактивы – кислота азотная (36%), экстракция тяжелых металлов, осуществлялась по ГОСТ 11125, магний хлорнокислый (ангидрон) – по ТУ 6-09-3800, вода бидистиллированная – по ГОСТ 6709 и ацетилен – по ГОСТ 5457.

До анализа готовятся калибровочные стандартные растворы, используемые при атомно-абсорбционном определении металлов в пробах почвы по Государственным стандартным образцам состава комплексных растворов солей металлов. Стандартные растворы солей металлов готовили непосредственно перед использованием.

Результаты исследования

В районах наших исследований возделывание сельскохозяйственных культур осуществлялось при интенсивной технологии, с применением повышенной дозы N₆₀P₁₈₀K₉₀ минеральных удобрений. Эта доза минеральных удобрений N₆₀P₁₈₀K₉₀ рекомендована ОАО «Вита» при возделывании сои и вносится путем разбрасывания перед лущением стерни из расчета 330 кг/га.

В условиях наших исследований при возделывании сои вносят 130 кг/га сульфата аммония, где доза азота составляет 30 кг/га действующего вещества. В условиях наших исследований в лугово-каштановой почве содержание валового азота и валового фосфора высокое – 0,251 и 0,212% соответственно. По обеспеченности доступными элементами питания почвы опытного участка характеризуются как высокообеспеченные азотом (138 мг/кг N_{д.г.} и 24 мг/кг N-NO₃) и

обменным калием. Содержание подвижного фосфора низкое – 21 мг/кг почвы. Учитывая вышеизложенное, для определения питательного режима почвы и обоснования экологических аспектов применения минеральных удобрений при ресурсосберегающей и традиционной технологии возделывания сои нами была проведена сравнительная оценка по двум вариантам дозы минеральных удобрений.

При проведении сравнительной оценки изучаемых доз минеральных удобрений были использованы сульфат аммония, суперфосфат и калийная соль. Сульфат аммония ((NH₄)₂SO₄) – средняя соль серной кислоты, содержит до 21% азота и до 24% серы. Растения из внесенной нормы этого удобрения усваивают NH₄⁺ сульфата аммония в основном в виде катиона. Сульфат аммония является типичным представителем физиологически кислых удобрений. В зоне наших исследований лугово-каштановая почва имеет достаточную щелочную среду, поэтому сульфат аммония считается наиболее оптимальным видом азотных удобрений.

Использование элементов ресурсосберегающей технологии при возделывании ведущих культур земледелия дает возможность существенно снизить загрязненность почвенного покрова, затраты энергии на единицу производимой продукции и рационально использовать природных ресурсов в определенных экосистемах. Экологически верные приемы ресурсосберегающей технологии легко вписываются в биохимический круговорот ресурсов агроэкосистемы, создают устойчивый, конкурентоспособный агрофитоценоз обеспечивая тем самым экологизацию земледелия. Следовательно, изучение приемов ресурсосберегающей технологии выращивания культур позволяет выявить скрытые формы нарушений устойчивости и поддерживать стабильность агроэкосистемы [16].

Поэтому нами при разработке ресурсосберегающей технологии возделывания сои и для сравнительной оценки с традиционной технологией были выявлены экологические последствия применения минеральных удобрений и пути рационального использования почвенных ресурсов. Как известно, почва играет роль приемника химических средств, где они разлагаются и откуда перемещаются в растения, грунтовые воды или окружающую среду, либо сохраняются в течение длительного времени.

Осуществлена разработка ресурсосберегающей технологии возделывания ведущих масличных культур (соя, рапс) в условиях

юго-востока Республики, предполагающей минимальной обработки почвы. Так же одним из приемов ресурсосберегающей технологии возделывания сои являются элементы интенсификации земледелия – это применение минеральных удобрений с учетом экологической безопасности.

При обосновании экологических проблем химизации земледелия нами были определены:

– загрязнение почвы тяжелыми металлами при завышенных нормах минеральных удобрений;

– эффективность ресурсосберегающей технологии с элементами интенсификации в улучшении питательного режима посева и повыше-

нии продуктивности и стабилизации экологической ситуации агроэкосистемы сои.

Уровень загрязнения почвы тяжелыми металлами при применении минеральных удобрений определен на фоне традиционной и ресурсосберегающей технологий возделывания сои. По результатам исследований содержание тяжелых металлов (ТМ) в 0-20 см слое почвы было различным по изучаемым вариантам. Содержание тяжелых металлов в вариантах полевого опыта указывает, что на фоне традиционной технологии возделывания сои, без внесения минеральных удобрений, почва характеризуется низким содержанием практически всех видов тяжелых металлов (таблица 1).

Таблица 1 – Загрязнение почвы тяжелыми металлами при применении минеральных удобрений в зависимости от технологии возделывания сои (мг/кг)

№ п/п	Варианты применения минеральных удобрений	Тяжелые металлы, мг/кг				
		Сг	Pb	Zn	Cu	Cd
1 фон – традиционная технология						
1	Без удобрений	0,61±0,018	0,57±0,017	1,13±0,053	0,41±0,012	0,35±0,01
2	N ₆₀ P ₁₈₀ K ₉₀	5,29±0,14	4,83±0,13	10,91±0,55	3,2±0,064	8,6±0,24
2 фон – ресурсосберегающая технология						
3	P ₆₀ K ₃₀	0,74±0,025	1,29±0,04	1,38±0,03	0,69±0,01	1,28±0,03
4	N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	0,81±0,017	1,61±0,04	2,54±0,05	0,72±0,02	1,82±0,05
ПДК, мг/кг		6,0	6,0	23,0	3,0	20,0

Особенно низким содержанием отмечен кадмий – 0,35 мг/кг и медь – 0,41 мг/кг, что соответственно на 57 и 7 раз ниже уровня ПДК (20,0 и 3,0 мг/кг). Содержание определяемых следующих тяжелых металлов, как Сг, Pb, Zn, в лугово-каштановой почве не превышает их порога допустимой концентрации (ПДК).

Установлено, что при длительном применении повышенных доз минеральных удобрений N₆₀P₁₈₀K₉₀ количество тяжелых металлов в корнеобитаемом слое почвы существенно повышается. При внесении минеральных удобрений в дозе N₆₀P₁₈₀K₉₀ – рекомендуемой для зоны исследований, количество поступившего кадмия в почву составило 8,6 г/кг, хрома – 5,29 г/кг, свинца – 4,83 г/кг, цинка – 10,9 г/кг и меди – 3,2 г/кг. Выявлено загрязнение почвы медью (Cu), содержания которого повышается от 0,41

до 3,2 мг/кг почвы, что выше порога допустимого предела, ПДК которого составляет всего 3,0 мг/кг почвы и по уровню загрязненности почвы медью относится к высоко опасным классам.

При ресурсосберегающей технологии результаты применения P₆₀K₃₀ и полного набора минеральных удобрений – N₃₀P₆₀K₃₀ показывают, что наибольшее количество Zn и Cd отмечено на этих вариантах. Сравнительное наибольшее содержание Zn – 1,38-2,54 мг/кг в вариантах применения минеральных удобрений (P₆₀K₃₀ и N₃₀P₆₀K₃₀) намного ниже уровня ПДК (т.е. в 9,7 и 6,5 раз). Содержание Cd было более завышенным и составляет 1,28 и 1,82 мг/кг, они также ниже ПДК в 15,7 и 10,9 раз. Нужно отметить, что содержание в почве подвижной формы тяжелых металлов динамично во времени и не вызывает опасность загрязнения почвы ТМ.

Таким образом, при ресурсосберегающей технологии экологические условия почвы для возделывания сои оптимизируются, содержание тяжелых металлов значительно ниже ПДК, для Сг – 8,1-7,4 раза, Pb – в 4,6-3,7 раз, Zn – в 16,7-9,0 раз, Cu – в 4,3-4,2 и Cd – в 15,6-10,9 раза. Полученные результаты показывают, что ресурсосберегающая технология при внесении минеральных удобрений в дозе $P_{60}K_{30}$ и $N_{30}P_{60}K_{30}$ обеспечивает экологически безопасную среду для возделывания сои.

Поэтому есть полное обоснование считать, что научно-обоснованными дозами минеральных удобрений при выращивании сои являются $P_{60}K_{30}$ и $N_{30}P_{60}K_{30}$, которые не накапливают тяжелых металлов в пахотном слое почвы с последующим улучшением питательного режима почвы и повышением продуктивности культуры.

Основной задачей хозяйствующих субъектов в аграрном производстве является повышение продуктивности возделываемой культуры. Что должно обеспечиваться оптимальным питательным режимом. Для обоснования питательного режима сои нами была проведена сравнительная оценка доз минеральных удобрений при исследуемых технологиях:

– при традиционной технологии возделывания сои изучены варианты без удобрений и внесения доз длительного применения $N_{60}P_{180}K_{90}$ согласно рекомендации ОАО «Вита» [11];

– при ресурсосберегающей технологии, также испытаны два варианта внесения минеральных удобрений – $P_{60}K_{30}$ при обработке семян нитрагином и с внесением – N_{30} на фоне этого варианта – $P_{60}K_{30}$.

Полученные результаты динамики подвижных форм питательных элементов по периодам роста и развития сои показывают, что при традиционной технологии в фазу ветвления сои содержание нитратного азота в корнеобитаемом слое (0-40 см) составляет всего 11,8 мг/кг, что оценивается как средний уровень обеспеченности, а содержание подвижного фосфора – 13,7 мг/кг, что означает низкий уровень обеспеченности. При длительном внесении повышенной дозы – $N_{60}P_{180}K_{90}$ на фоне традиционной технологии в фазу ветвления сои, содержание нитратного азота в корнеобитаемом слое (0-40 см) составляет всего 22,4 мг/кг, что оценивается как средний уровень обеспеченности, а содержание подвижного фосфора – 18,3 мг/кг – средний уровень обеспеченности (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений на питательный режим почвы (среднее за 2011-2015 гг.)

Технология	Дозы внесенных удобрений	Слой почвы, см	Содержание подвижных форм, мг/кг почвы			
			NO ₃		P ₂ O ₅	
			В фазу ветвления	Перед уборкой	В фазу ветвления	Перед уборкой
Традиционная	без удобрений	0-20	13,9±0,48	7,4±0,26	14,5±0,50	8,7±0,34
		20-40	9,7±0,29	6,6±0,19	12,9±0,38	10,5±0,36
		0-40	11,8±0,33	7,0±0,19	13,7±0,54	9,6±0,33
	$N_{60}P_{180}K_{90}$	0-20	23,7±0,63	14,7±0,51	17,6±0,61	11,8±0,35
		20-40	21,1±0,61	13,9±0,48	19,0±0,62	12,6±0,44
		0-40	22,4±0,56	14,3±0,42	18,3±0,54	12,2±0,36
Ресурсосберегающая	$P_{60}K_{30}$	0-20	18,7±0,52	11,1±0,31	26,1±0,52	18,3±0,51
		20-40	9,6±0,33	13,8±0,48	20,4±0,63	14,9±0,52
		0-40	14,6±0,51	12,4±0,43	23,2±0,60	16,6±0,49
	$N_{30}P_{60}K_{30}$	0-20	28,3±0,62	18,9±0,56	28,9±0,63	14,2±0,39
		20-40	22,9±0,57	12,8±0,51	21,8±0,65	15,9±0,55
		0-40	25,6±0,89	15,8±0,55	25,3±0,60	15,0±0,52

На этом фоне технологии возделывания сои в период уборки отмечено снижение запасов нитратного азота (от 7,4 до 6,6 мг/кг) и по обеспе-

ченности оценивается как очень низкий уровень, независимо от системы обработки почвы. При внесении завышенной дозы удобрений $N_{60}P_{180}K_{90}$

в период уборки запасы нитратного азота будут в пределах 13,9 и 14,7 мг/кг и по обеспеченности оцениваться как низкий уровень.

По обеспеченности посева сои фосфором складывается иная картина, в фазу ветвления сои содержание подвижного фосфора по горизонтам пахотного слоя колеблется в пределах 12,9 и 14,5 мг/кг, при среднем значении – 13,7 мг/кг, что указывает на низкий уровень обеспеченности. Максимальное содержание подвижных форм P_2O_5 отмечено при внесении завышенной дозы удобрений $N_{60}P_{180}K_{90}$ на фоне традиционной технологии возделывания сои в пределах 12,2 мг/кг и 18,3 мг/кг по фазам развития сои.

Таким образом, выявлено, что при традиционной технологии возделывания сои в критический период развития – ветвления сои обеспеченность посева подвижными формами питательных веществ низкая, а при внесении завышенной дозы удобрений его содержание повышается только до среднего уровня.

При ресурсосберегающей технологии складывается оптимальный питательный режим почвы. В фазу ветвления сои в корнеобитаемом (0-40 см) слое почвы, при внесении удобрений в дозе $P_{60}K_{30}$, содержится наименьшее количество подвижных форм нитратного азота 14,6 мг/кг с колебанием по горизонтам (от 0-20 м до 20-40 см) от 18,7 мг/кг до 9,6 мг/кг. При внесении удобрений в дозе $N_{30}P_{60}K_{30}$ содержание подвижных форм нитратного азота повышается до 25,6 мг/кг с колебанием по горизонтам от 22,9 мг/кг до 9,6 мг/кг 28,3 мг/кг по горизонтам почвы (рис.1).

На фоне ресурсосберегающей технологии внесение $P_{60}K_{30}$ существенно снижает содержание азота от верхнего 0-20 см горизонта к нижнему 20-40 см горизонту в два раза. Такая закономерность объясняется, по-видимому, результатом ослабления процесса нитрификации, который не обеспечивает потребность растения сои в азотном питании.

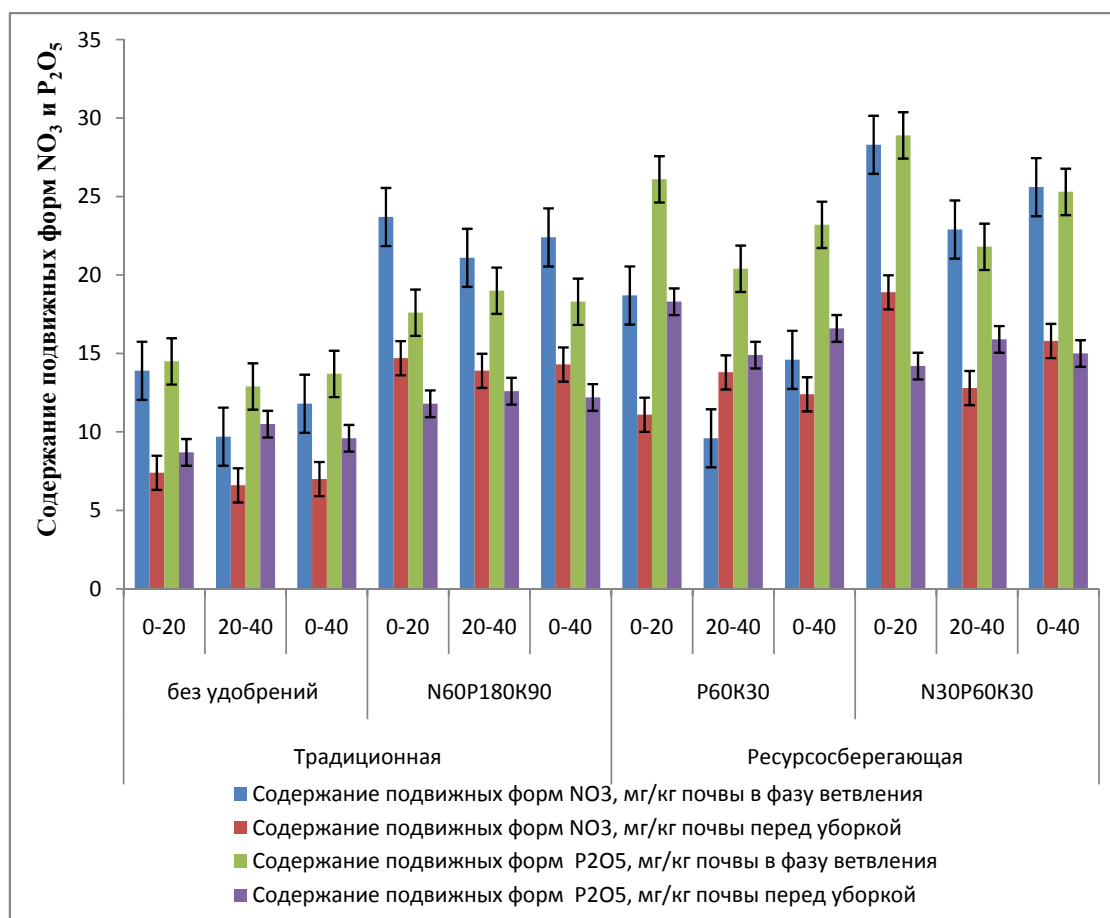


Рисунок 1 – Динамика подвижных форм питательных элементов почвы NO₃ и P₂O₅, в зависимости от технологии возделывания сои при химизации земледелия (0-20, 0-40: пахотные слои почвы)

Таким образом, максимальное содержание подвижных форм P_2O_5 отмечено при внесении дозы удобрений $N_{30}P_{60}K_{30}$ в пределах 15,0 мг/кг и 25,3 мг/кг по фазам развития сои, что выше на 39,4% и 51,3% соответственно, чем в контрольном варианте при традиционной технологии возделывания сои.

На фоне ресурсосберегающей технологии полученные результаты по содержанию нитратного азота показывают эффективность внесения полного набора дозы минеральных удобрений $N_{30}P_{60}K_{30}$ для обеспечения потребности сои в азоте, особенно в критический период развития, когда происходит прогрессивный рост зеленой вегетативной массы растения.

Максимальное содержание подвижных форм P_2O_5 на фоне ресурсосберегающей технологии возделывания сои выявлялось при внесении дозы удобрений $P_{60}K_{30}$ и $N_{30}P_{60}K_{30}$ в пределах 12,2 мг/кг и 18,3 мг/кг по фазам развития сои. На вариантах ресурсосберегающей технологии, при внесении $P_{60}K_{30}$ подвижные формы фосфора составят $21,2 \pm 0,65$ мг/кг с колебанием от 17,7 мг/кг и $24,8 \pm 0,64$ мг/кг по горизонтам почвы, что на 13,3±0,29% и 39,4% соответственно больше, чем в контрольном варианте при традиционной технологии возделывания сои.

Анализ результатов по содержанию питательных элементов в период вегетации сои оказывает существенное влияние на величину урожайности (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность сои в зависимости от внесения минеральных удобрений, ц/га

Технология возделывания	Применение удобрений	Урожайность, ц/га	Прибавка в	
			ц/га	%
Традиционная	Без удобрений	19,8±0,61	St	-
	$N_{60}P_{180}K_{90}$	26,3±0,63	6,5	32,8
Ресурсосберегающая	$P_{60}K_{30}$	27,4±0,60	7,6	38,3
	$N_{30}P_{60}K_{30}$	28,9±0,60	9,1	45,9
НСП ₀₅ , ц/га = S _x , % =			2,73	3,89

Урожайность сои на контроле при традиционной технологии без удобрений составляет всего 19,8±0,61 ц/га. Согласно технологии возделывания семена сои перед посевом обрабатываются нитрагином, применение которого оказывает влияние на симбиотическую активность, увеличивает количество и массу клубеньков на корнях растений сои, что улучшают азотное питание посевов. Оно в свою очередь дает возможность снизить норму вносимых удобрений. Надо отметить, что соя хорошо реагирует на внесение фосфорных удобрений, особенно на фоне низкого содержания подвижного фосфора в почве, как в наших условиях исследований.

При ресурсосберегающей технологии внесения фосфорных удобрений урожайность сои повышается от 32,8% до 45,9%. Поэтому, на этом варианте и при совместном внесении фосфорно-калийного удобрения урожайность сои повышается до 28,9±0,60 ц/га. Полное внесение удобрений ($N_{30}P_{60}K_{30}$) при изучаемой ресурсо-

сберегающей технологии способствовало дополнительному повышению, т.о. прибавка урожая составляет 9,1 ц/га.

Сравнительная оценка отзывчивости сои на уровень минерального питания показала, что соя отчетливо реагирует на изменения питательного режима почвы. И в условиях наших исследований соя положительно реагирует на внесение фосфорно-калийных удобрений при повышении ее урожайности на 7,6 ц/га.

Таким образом, доказано, что минеральные удобрения являются одним из главных факторов стабилизации экологического состояния почвы, обеспечивающим повышение продуктивности растений сои при ресурсосберегающей технологии возделывания в условиях орошения юго-востока Казахстана. Научно обоснованные приемы ресурсосберегающих экологически безопасных технологий с элементами интенсивных технологий позволяют поддерживать стабильность агроэкосистемы.

Заключение

Таким образом, основная задача данной статьи – обосновать экологические проблемы при интенсификации земледелия на фоне традиционной технологии и эффективность ресурсосберегающей технологии в их предотвращении, также в обеспечении питательного режима и повышении продуктивности возделываемой культуры – сои.

Исследования по уровню загрязнения почвы тяжелыми металлами при применении минеральных удобрений проводились на фоне традиционной и ресурсосберегающей технологий возделывания сои.

Во-первых, для выявления экологических последствий минеральных удобрений нами было определено загрязнение почвы тяжелыми металлами при традиционной технологии, предполагающей применение повышенных норм минеральных удобрений. Установлено, что при длительном применении доз минеральных удобрений $N_{60}P_{180}K_{90}$ количество тяжелых металлов в корнеобитаемом слое почвы существенно повышается. При внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{180}K_{90}$ – ранее рекомендуемой для зоны исследований количество поступившего кадмия в почву составило 8,6 г/кг, хрома – 5,29 г/кг, свинца – 4,83 г/кг, цинка – 10,9 г/кг и меди – 3,2 г/кг. Выявлено существенное загрязнение почвы медью (Cu), содержания которого повышается от 0,41 до 3,2 мг/кг почвы, что выше порога допустимого предела и по уровню загрязненности почвы относится к высоко опасным классам.

Во-вторых, при ресурсосберегающей технологии обнаружены Zn и Cd на вариантах применения минеральных удобрений в дозе $P_{60}K_{30}$ и полного набора минеральных удобрений – $N_{30}P_{60}K_{30}$. Однако содержание Zn – 1,38-2,54 мг/кг на вариантах применения минеральных удобрений ($P_{60}K_{30}$ и $N_{30}P_{60}K_{30}$) намного ниже уровня ПДК. Содержание Cd составляет 1,28 и 1,82 мг/кг, они также ниже ПДК в 15,7 и 10,9 раз. Нужно отметить, что содержание в почве подвижной формы тяжелых металлов в этих количествах не вызывает опасность загрязнения почвы ТМ.

Следовательно, ресурсосберегающая технология оптимизируют экологические условия почвы для возделывания сои, т.е. содержание тяжелых металлов значительно ниже ПДК, для Cr – 8,1-7,4 раза, Pb – в 4,6-3,7 раз, Zn – в 16,7-

9,0 раз, Cu – в 4,3-4,2 и Cd – в 15,6-10,9 раза. Полученные результаты показывают, что ресурсосберегающая технология при внесении минеральных удобрений в дозе $P_{60}K_{30}$ и $N_{30}P_{60}K_{30}$ обеспечивает экологически безопасную среду для возделывания сои.

Сделана сравнительная оценка традиционной и ресурсосберегающей технологий для обоснования питательного режима и повышения продуктивности сои. Выявлено, что при традиционной технологии возделывания сои в критический период развития – ветвления сои обеспеченность посева подвижными формами питательных веществ низкая, а при внесении повышенной дозы удобрений его содержание повышается только до среднего уровня.

На фоне ресурсосберегающей технологии полученные результаты по содержанию питательных веществ показывают эффективность внесения полного набора минеральных удобрений $N_{30}P_{60}K_{30}$ для обеспечения потребности сои в азоте, особенно в критический период развития, когда происходит прогрессивный рост зеленой вегетативной массы растения.

При ресурсосберегающей технологии внесение фосфорных удобрений урожайность сои повышается от 32,8% до 45,9%. Поэтому на этом варианте и при совместном внесении фосфорно-калийного удобрения урожайность сои повышается до 28,9 ц/га. Полное внесение удобрений ($N_{30}P_{60}K_{30}$) при изучаемой ресурсосберегающей технологии способствовало дополнительному повышению, т.е. прибавка урожая составляет 9,1 ц/га.

Поэтому есть полное обоснование считать, что научно-обоснованными дозами минеральных удобрений при выращивании сои являются $P_{60}K_{30}$ и $N_{30}P_{60}K_{30}$, не накапливающие тяжелых металлов в пахотном слое почвы, с последующим улучшением питательного режима почвы и повышением продуктивности культуры. Доказано, что минеральные удобрения являются одним из главных факторов стабилизации экологического состояния почвы, обеспечивают повышение продуктивности растений сои при ресурсосберегающей технологии возделывания в условиях орошения юго-востока Казахстана. Научно обоснованные приемы ресурсосберегающих экологически безопасных технологий с элементами интенсивных технологий позволяют поддерживать стабильность агроэкосистемы.

Литература

- 1 Каледин А.П., Абдулла-Заде Э.Г., Дёжкин В.В. (2011) Эколого-экономические проблемы АПК, в кн. Эколого-экономические аспекты современного природопользования. – М.: МГООиР – С.157-166
- 2 Овсянников Ю.А. Теоретические основы эколого-биосферного земледелия. – Екатеринбург: Изд-во Урал, ун-та, 2000. – 264 с.
- 3 Солдат И.Е. и др. Результаты агроэкологического мониторинга в адаптивно-ландшафтном земледелии Белгородской области / Солдат И.Е., Тютюнов С.И., Лукин С.В. // Модели и технологии оптимизации земледелия. – Курск, 2003. – С. 94 – 96.
- 4 Экологизация земледелия / Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков, А.И. Пупонин Земледелие / под ред. А. И. Пупонин. – М.: Колос, 2000. – 552 с.
- 5 Черников В.А., Алексахин Р.М., Голубев А.В. и др.(2000) Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; Под ред. В. А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос – 536 с.
- 6 Булгаков Д.С.(2002) Агроэкологическая оценка пахотных почв. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, – 252 с.
- 7 Елешев Р.Е. и др. (2014) Практикум по агрохимии, каз. – Алматы, 264 с.
- 8 Методические Рекомендации. Соя высокобелковая культура / Бойко А.Т., Карягин Ю.Г. – Алматы: ОАО «Vita», 2004. – 18 с.
- 9 Кидин В.В. Особенности питания и удобрения сельскохозяйственных культур. – М.: РГАУ-МСХА, 2009, – 412 с
- 10 Система ведения сельского хозяйства Алматинской области (2005) – Рекомендации. – Алматы : ТОО «Нурлы Алем» – 296 с.
- 11 Доспехов Б.А. (1985) Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат – 351 с
- 12 Методика Государственного Сортоиспытания сельскохозяйственных культур Вып 2-й / Зерновые, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры/ – М.: Колос, 1971. – 239 с.
- 13 Бечей Г., (2001) Фенологические наблюдения проводился в первой половине дня. Сои. Общие положения и рекомендации по выращиванию //Институт полеводства и овощеводства – Новый Сад: «Соя протеин».
- 14 Новикова А.М., Новикова Д.А (2010) Методология научного исследования. – М.: Либроком. – 280 с.
- 15 РД 52.18.286-91 Методика выполнения измерений массовой доли водорастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом/ Государственный комитет СССР по гидрометеорологии. – М., 1991. – 47 с.
- 16 Спирина В.З., Соловьева Т.П. (2014): Агрохимические методы исследования почв, растений и удобрений: учебное пособие. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета: 2014. – 336 с.
- 17 Suleimenova N.Sh., Zharaspayeva S.M. (2016) Environmental problems of application of fertilizers Ж. Известия НАН РК Серия химии и технологии. – Алматы, Volume 2, Number 416, pp 136 – 142
- 18 Гамзиков Г.П. (2007) Продуктивность сои в зависимости от источников азотного питания / Г.П. Гамзиков, П.Р. Шотт, П.А. Литвинцев // Сиб. вестн, с.-х. науки. – № 7. – С. 21-28.
- 19 Юлушев И.Г. (2005) «Почвенно-агрохимические основы адаптивно-ландшафтной организации систем земледелия ВКЗП. Гриф УМО ВУЗов России», Изд.: «Академический проект»
- 20 Дзанагов С.Х. (1999) Эффективность удобрений в севообороте и плодородие почв. – Владикавказ.: Горский ГАУ – 364 с.
- 21 Сулейменова Н.Ш., Райымбекова И.К (2012), Экологические аспекты возделывания сои как ценной кормовой культуры. Материалы 2-междун. научно-практ. конференций, Украина, Каменско-Подольский. – С. 402-404. – 20с.
- 22 Гилевич С.И. (2011) Научные основы сберегающего земледелия степных районов Казахстана // Вестник с/х Казахстана. – № 1. – С. 35-37.

Reference

- 1 Kaledin AP, Abdullah Zadeh EG, Dëzhkin VV. (2011) Ecological and economic problems of agriculture, in the book. Environmental and economic aspects of modern wildlife management – M: MGOO&R, pp.157-166, Moscow, ISBN 978-5-9900774-8-5 (In Russian)
- 2 Ovsyannikov YA. Theoretical foundations of eco- biosphere agriculture. – Ekaterinburg: Publishing House of the Ural University, P 264, ISBN 5-7525-1073-2 2000. (In Russian)
- 3 Soldat IE, Tyutyunov SI, Lukin SV (2003) Agroecological monitoring results in adaptive-landscape agriculture Belgorod Region [Models and optimization technology of agriculture]. 3:94 – 96. (In Russian).
- 4 GI Bazdyrev, VG Loshakov, AI Puponin (2000) Ecologization of agriculture. Ed. AI Puponin. – Kolos, Moscow, pp 552. ISBN 5-10-002915-3 5-9532-0020. (In Russian).
- 5 Chernikov VA, Alexakhin PM, Golubev AV et al. (2000) Agroecology. Kolos, Moscow, pp 536, ISBN 5-10-003269-3 (In Russian)
- 6 Bulgakov DS (2002) Agroecological estimation of arable soil [Soil Science Institute.named after Dokuchaev VV], Moscow, pp 252, ISBN 5-86921-051-8 (In Russian)
- 7 Eleshev RE. (2014) Worrshop on agricultural chemistry, pp 264, Almaty, ISBN 5-86921-051-8

- 8 Boiko AT, Karyagin YU (2004) Soy is high-protein crops [Methodical recommendations] OJSC «Vita», pp18, 633.112.575.1, Almaty
- 9 Kidin VV (2009) The features of nutrient status and fertilizer of crops. MM: RGAU-MAA, pp 412, ISBN 5967503005 (In Russian)
- 10 The system of agriculture Almaty region (2005) [Recommendations] LLP “Nurly Alem”, pp 296, 647.143.:659.4, Almaty
- 11 Dospekhov BA (1985) Methods of field experience Agropromizdat, Moscow pp 351, ISBN 631.5.9001.4:5192 (In Russian)
- 12 Methods of the State Variety Testing crop (1971) Issue 2nd [Grains, legumes, corn and forage crops]. Kolos, Moscow, pp 239, ISBN 5-10-3532779-3 (In Russian)
- 13 Bechey G (2001) Phenological observations were carried out in the morning. Soi. General and guidance on cultivation // Institute of Field and Vegetable-duction, P20, “Soy protein” Novi Sad. 9:179 -8211 (In Russian)
- 14 Novikov AM, Novikov D.A. (2010) Methodology of scientific research. pp280, Librokom, Moscow, ISBN 5-77459674 (In Russian)
- 15 RD 52.18.286-91. Method for measuring the mass fraction of water-soluble forms of metals (copper, lead, zinc, nickel, cadmium, cobalt, chromium, manganese) in soil samples by atomic absorption analysis (1991) [USSR State Committee for Hydro-meteorology] Moscow, pp 47, 631.42.05:543.42.062:661.83.85 (In Russian)
- 16 Spirina VZ, Solovieva TP (2014) Agrochemical methods for researching soils, plants and fertilizers [Study guide – Print-house of Tomsk State University] Tomsk, pp 336, ISBN 5-790568739 (In Russian)
- 17 Suleimenova NSh, Zharaspayeva SM (2016) Environmental problems of application of fertilizers News of the National Academy of Sciences of Kazakhstan [Series of Chemistry and Technology] Almaty, 2- 416.136 – 142, 56.554.39.03
- 18 Gamzikov GP, Shott PR, Litvintsev PA (2007) Efficiency of the soybean depending on nitrogen nutrition sources [Siberian herald of agricultural science, 7: 21-28, 71.632 93 00 (In Russian)
- 19 Yulushev IG (2005) Soil and agrochemical bases of adaptive-landscape systems of agriculture organization, Academic Project, Moscow, 61.164.54.34.88 (In Russian)
- 20 Dzanagov SH (1999). Efficiency of fertilizers in crop rotation and soil fertility. pp 364, Gorsky State University of Agriculture, Vladikavkaz. ISBN 5-367569767 (In Russian)
- 21 Suleimenova NSh, Rayymbekova IK Ecological aspects of cultivation of soybeans – as a valuable fodder crop. Materials 2 Internat. Scient. conferences, Ukraine, Kamensko-Podolsky, pp 402-404, 91.609.10.33 (In Russian).
- 22 Gilewicz SI (2011) Scientific basis of conservation agriculture steppe regions of Kazakhstan [Bulletin of the Agriculture of Kazakhstan] Almaty, 1: 35-37, 52.10.743282

2-бөлім

**ҚОРШАҒАН ОРТА ЛАСТАУШЫЛАРЫНЫҢ
БИОТАҒА ЖӘНЕ ТҰРҒЫНДАР ДЕНСАУЛЫҒЫНА
ӘСЕРІН БАҒАЛАУ**

Раздел 2

**ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ
ЗАГРЯЗИТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
НА БИОТУ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ**

Section 2

**ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL
POLLUTION ON BIOTA AND HEALTH**

Павличенко Л.М.,
Есполаева А.Р., Изтаева А.М.

Әл-Фараби атындағы Қазақ
ұлттық университеті,
Қазақстан, Алматы қ.

Маңғыстау облысының мұнай газ өндіруші кешенін салыстырмалы бағалау

Аумақтардың экологиялық күйі мониторинг компоненттерінің әртүрлі нәтижелерінің негізінде бағаланады. Мониторингтің құралдары өлшенген мәндер сериясы арқылы топырақ, өсімдік, жер үсті мен жерасты суларының жай-күйі туралы, антропогендік әр түрлі әсерін көрсетеді. Экологиялық қоршаған ортаны бағалау (жеке компоненттерді анықтауда) күрделі (барлық компоненттері бойынша) немесе жеке салу үшін бұл параметрлер негіз болып табылады. Бастапқы нәтижелерді алу үшін өсімдіктер мен топыраққа антропогендік әсері бар векторлық бағалау картасында орналасқан кен орындарының аумағы кескінделіп, сонымен қатар Arc-GIS көмегімен әрбір аумақтың ауданы есептелді. Нәтижесінде барлық территория мен мұнай-газ өндіруші аумағындағы суммалық бал аудандары алынады, ал аймақ ауданынан Маңғыстау облысының антропогендік бұзылысы өсімдіктер мен топырақ жамылғысының орташа өлшемді бағасы анықталды. Осылайша алынған нәтижелер Маңғыстау облысының өсімдіктер мен топырақ жамылғысының антропогендік бұзылыстары салыстырылды, нәтижесінде топырақ жамылғысының бұзылысы өсімдіктер жамылғысымен салыстырғанда жоғары (өсімдіктер жамылғысы – 16,73%, ал топырақ жамылғысының деградациясы – 19,31%) деңгейлі екендігі анықталды.

Түйін сөздер: геоақпараттық жүйе, картографиялық материалдар, қоршаған ортаға әсері, мұнай-газ өндіру, нысана атқарылым.

Pavlichenko L.M., Espolaeva A.R.,
Iztaeva A.M.

Al-Farabi Kazakh National University,
Kazakhstan, Almaty

Comparative evaluation of oil and gas field Mangistau

The aim of this study is to assess the role of gas oil-producing complex of Mangistau region in the formation of anthropogenic disturbance of the relief on the basis of a published cartographic material. The ecological condition of the territory is usually built on the results of monitoring of all components of the natural environment, reflecting the impact of the plurality of sources of pollution, the need for independent evaluation of the contribution of individual sources. On the basis of the method developed by the authors of the inverse problem solution integrated environmental assessment with the help of GIS technologies and models of the objective function, it provides an example of its decision to assess the contribution of oil and gas field in Mangistau anthropogenically disturbed vegetation and soil as a possible objective of the principle of «polluter pays».

Key words: impact on the environment, oil and gas production, GIS, cartographic materials, target function.

Павличенко Л.М.,
Есполаева А.Р.,
Изтаева А.М.

Қазақхский национальнй
университет имени аль-Фараби,
Қазақстан, г. Алматы

Сравнительная оценка нефтегазового сектора Мангистауской области

На основе разработанного авторами способа решения обратной задачи комплексной экологической оценки с помощью технологий географических информационных систем – и модели целевой функции, предлагается пример ее решения для оценки вклада нефтегазодобычи Мангистауской области в антропогенную нарушенность растительности и почв как возможности объективной реализации принципа «загрязнитель платит». Для получения исходных данных на векторной оценочной карте антропогенного воздействия на почву и растительность оконтуривался участок расположения месторождения, при этом площадь каждого участка определялась в Arc-GIS. В результате расчета целевых функций для всей территории области или площадь зон с нефтегазодобычи получены суммарные баллоплощади, а после деления на площадь с нефтегазодобычи средневзвешенные оценки антропогенной нарушенности почв и растительности территории Мангистауской области в целом и с нефтегазодобычом. Сравнивая результатов расчетов антропогенной нарушенности почвенного и растительного покрова получили что трансформация растительности ниже чем почвенного покрова (растительного покрова – 16,73%, а деградация почвенного покрова – 19,31%) Мангистауской области, и таким образом оценивалось экологическое состояние территории.

Ключевые слова: воздействие на окружающую среду, геоинформационная система, картографические материалы, нефтегазодобыча, целевая функция.

**МАҢҒЫСТАУ
ОБЛЫСЫНЫҢ МҰНАЙ
ГАЗ ӨНДІРУШІ
КЕШЕНІН
САЛЫСТЫРМАЛЫ
БАҒАЛАУ**

Кіріспе

Маңғыстау облысының климаттық жағдайы ландшафт трансформация деңгейімен ұзақтығына байланысты антропогендік әсер салдарының қабілеттілігі өсімдіктер мен топырақ жамылғысының қалыптасуында, дефляциянды және соран үрдістердің дамуын алдын ала анықтайды. Қазақстан Республикасында антропогендік бұзылыстың дәстүрлі деңгейін мұнай газ өндіруші кешенінің дамумен сипаттайды, себебі мұнай газ өндірісі шаруашылықтың ең экологиялық қауіпті саласы [1].

Маңғыстау облысының климаттық жағдайы өңірдің Еуразия материгінің орталығында, әлемдік теңіз және мұхиттан алыс қашықтықта орналасуына байланысты қалыптасады. Аймаққа тән сипаттама: жазы өте ыстық, осы ендік бойынша қысы суық; жылдық және тәуліктік температураның күрт ауытқуы; жауын-шашыны аз және жыл мезгілі бойынша тең таралмаған, ауасы құрғақ.

Осының бәрі аймақтың қиыр солтүстігінде және солтүстік-батысында дала, орталығында шөлейт және оңтүстігінде нағыз шөлді өңірлердің қалыптасуына әкеліп соқтырады.

Дегенмен барлық экологиялық бағалау кешендері экологиялық мониторингтің барлық түрі нәтижелері бойынша құрылған, табиғи ортаның компоненттер күйіне түрлі ластану көздерінің кешенді әсері, аудандардың экологиялық күйін қалыптастыруда жекеленген ластаушылардың маңызын анықтауда кешенді экологиялық бағалау «кері тапсырма» теоретикалық және тәжірибелік мәні зор.

Кешенді экологиялық бағалаудың міндеті сараптамалық әдістерді құру болып табылады, негізгі кемшілігі субъективизм, осыған байланысты көптеген халықаралық экологиялық конвенциялар нәтижесі тұрғысында территорияны зерттеу мен оларды кешенді бағалау бойынша түрлі ұсыныстар өңделді [2-3]. Қазіргі уақытта экономикалық аспектілер экологиялық қауіпсіздік ереже бақылауын қажет етеді [4-8].

20 ғасыр ширегінде кешенді экологиялық бағалау әдісі барлық экологиялық конвенциялардың нәтижесі ретінде қарқынды дамыды [9-11 және т.б].

Зерттеудің маңызды қорытындысына элементтер тізбегі үшін түрлі табиғи ортаның жекеленген зиянды элементтердің шекті рауалы концентрация негізінде (ШРК) қоршаған ортаны экологиялық бағалау тиімді емес, біріншіден ауыр металдарды. Экожүйеге зиянды заттардың әсерін бағалау үшін қандай да бір ортаға олардың концентрациясы біріншілік болмауы мүмкін, экожүйе тізбегінде трансформация мен жинақталудың ауысуы, соның нәтижесінде екіншілік өнімнің токсикалық құрылымдары мен концентрациялары байқалады.

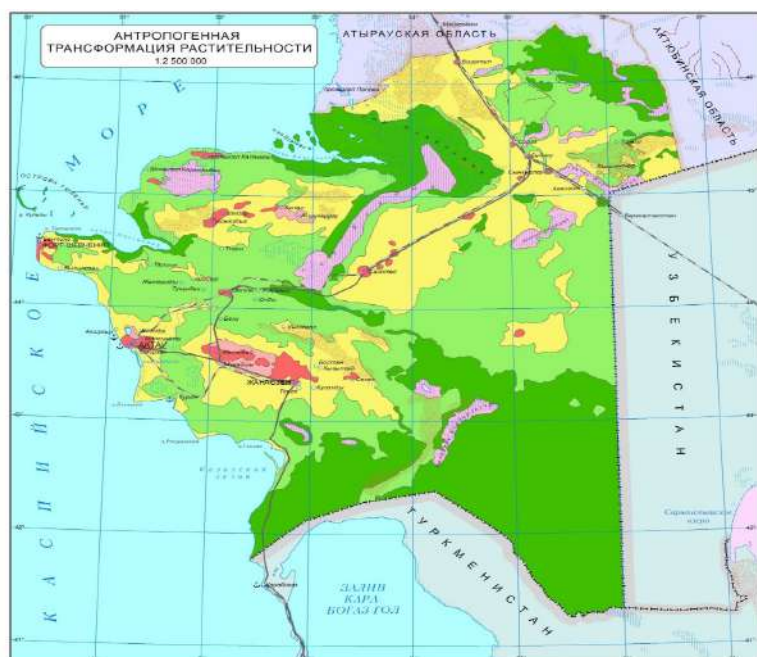
Сондықтан, биосфераны құрайтын тірі жүйеге шекті әсердің экологиялық нормасын таралу заңдылықтары мен сипаты бойынша анықтаған жөн, экожүйеде зиянды заттардың трансформациясы мен деструкциясының жинақталуы, олардың ғаламдық, аумақтық, жергілікті масштабтарда бір ортадан басқаға ауысуы. Бұл нормалар экожүйенің барлық типіне бірегей болуы мүмкін емес [10-14].

Сонымен, берілген зерттеудің жаңалығы мақсатты атқарылымның жаңа мәндік негізде

анықталуы, яғни мәні – кешенді экологиялық бағалаудың «кері» тапсырмасы. Дәстүрлі бұл бағалау барлық өндіріс саласының, барлық мекеменің, ауыл шаруашылық, транспорт және т.б. суммалық әсері негізінде құрылады. Берілген жұмыстың негізгі мақсаты Маңғыстау облысының жекеленген объектісінің антропогендік трансформациясында мұнай газ өндіруші кешенін бағалау, немесе жекеленген объектінің салымды бағалау әдісін іздеу болып табылады.

Зерттеу әдістері

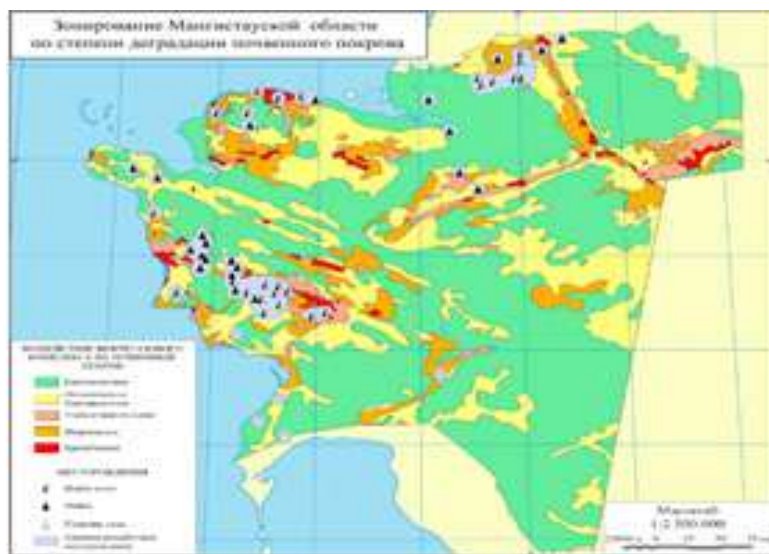
Алғашқы материал сапа тұрғысында кешенді сараптамалық бағалаудың болуы болжамданады. Маңғыстау облысының мұнай газ өндіруші кешенінің өсімдіктердің антропогендік модификациясын жалпылама бағалау үшін «Маңғыстау облысының Атласынан» өсімдіктердің антропогендік модификациясы бағалау картасы мен топырақ жамылғысының бұзылу картасы пайдаланылды [15]. Бұл карта 1-суретте берілген.



1-сурет – Өсімдіктердің антропогендік трансформация картасы

Индикатор ретінде өсімдіктердің таңдалуы Маңғыстау облысының экожүйесіне антропогендік әсердің белсенділігімен территорияның ландшафты дифференциясының факторы ретінде геохимия, топырақ түзілісінде, география

облысында маңызды рол атқарады. Өсімдіктердің ландшафт түзуші жүйесінде ауа және сулы ортада, рельефтің және топырақ күйінің өзгерісін реттейтін динамикалық факторлардың бірі болып табылады [16].



2-сурет – Маңғыстау облысының бұзылған топырақ жамылғысының картасы

Карта жалпылама сараптамалық негізде орындалған, дегенмен өсімдіктер трансформация процесінің негізін таңдау шартты белгілермен салыстыру, сонымен қатар қаралатын параметрлер саны инженерлік экология талаптарын толығымен қанағаттандырады, (ия және жоқ принципі бойынша бағалау) 2 кванттау деңгейімен тіпті қатаң бағалау шкаласында 5 ескеретін параметрлерде нақтылыққа жеткілікті мөлшерде мәлімет алуға болады.

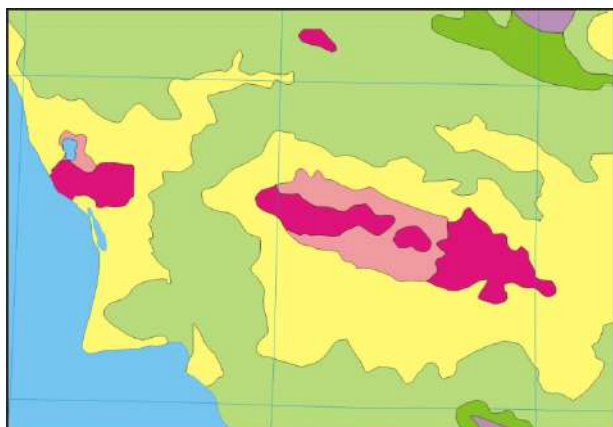
Картаның шартты белгілерінде, өсімдіктердің антропогендік трансформация критерий сипатынан және өсімдіктер трансформациясын бағалауда 32 шөлді және жартылай шөлді өсімдіктер қауымдастығы ескерілді. Бұл кешендер өсімдіктер жамылғысының бұзылыс деңгейі бойынша біріктірілген, жеке кванттық бағалау шкаласы 5-тен кем емес.

Дегенмен, Маңғыстау облысының территориясын сараптамалық аймақтау нәтижелері өсімдіктердің антропогендік трансформация деңгейі бойынша 5 класқа жіктелген: қызыл түспен трансформация деңгейі күшті, қызғылт айтарлықтай, алтын түспен орташа, ашық жасылмен әлсіз, жасыл түспен шамадан тыс немесе трансформацияның болмауы. Осылайша, кешенді экологиялық бағалаудың жеке кері есебін шешу үшін Маңғыстау облысындағы өсімдіктердің антропогендік трансформациясында мұнай газ өндіруші кешеннің ролін бағалауда жеткілікті түрде дәл алғашқы мәліметтер бар (3-суретте түс бойынша кескіндері көрсетілген).

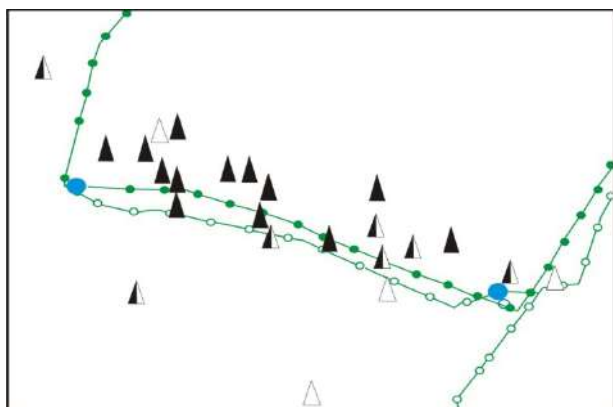
3-4-суретте экологиялық бағалаудың кері шешімі арқылы алғашқы нақтылықты алу әдісі сипатталған. Көрнекілікте 3-суретте ірі масштабты өсімдіктердің антропогендік трансформациясы картасының көрінісі берілген, 4-суретте мұнай газ өндіруші кешеннің белгілері (осы көрінісіне «Мұнай газ өндіруші кешеннің инвентаризационды картасы алынды»), ал 5-суретте 3 және 4-суреттердің бірігуі, осы қабатта векторлы форматта көмірсутектер орналасқан кен орындары кескінделді.

Картада аймақ бөліктері сандық және әріптік кодпен көрсетілген, топырақ жамылғысының жойылуы территорияда түрлі себептермен жайылма жерлердің пайда болуы, механикалық бұзылыстар, екіншілік тұздану, топырақ жамылғысының деградациясы, топырақтың мұнай химиялық заттармен ластануы, механикалық ластанудан басқа тұрғындар мекен етуші территорияда тұрмыстық-шаруашылық және өндірістік ластану қалдықтары бар екені анықталған [17].

Жалпылама бағалауда облыс территориясынан алғашқы дәл нәтиже алу үшін, жалпы өсімдіктердің антропогендік трансформация мен топырақ бұзылысының көмірсутек шикізат кен орнын жалпы ауданды анықтаумен сипатталады (бұл зонаның және полигондар ауданы Arc-GIS жүйесінде векторлы форматта анықталған). 4-суретте көрсетілгендей мұнай газ өндіруші кешеннің таралу белгілері барлық 5 зонада кездеседі.



3-сурет – Өсімдіктердің антропогендік трансформация көрінісі



4-сурет – Мұнайгаз өндіруші кешен белгілерінің көрінісі



5-сурет – Өртүрлі аймақтағы өсімдіктердің антропогендік трансформациясы кескінделген көмірсутектер кен орындарының көрінісі

Мұнай газ өндіруші кешеннің ролін бағалауын орындау әдісі жалпылама мақсатты атқарым құру, себебі облыстың барлық территориясында

өсімдіктер мен топырақ жамылғысының бұзылысын бағалауда маңызды.

Кешенді экологиялық бағалауда әрбір экологиялық фактор әсерінің белсенділігі ғана емес, биожүйеге кері немесе жағымды әсердің қалыптасуындағы мәні. Әрбір экологиялық фактордың мәні мен бағыты оның әсері кешенді бағалау мақсатымен анықталады, Р. Пэнтл бағалау функциясын мақсатты деп атауды ұсынды, ал кешенді экологиялық бағалаудың (КЭБ) ең қарапайым түрі көп сызықты регрессия түрінде таңдау [18]:

$$КЭБ = \sum a_i f_i = a_1 \cdot f_1 + a_2 \cdot f_2 + \dots + a_n \cdot f_n, \quad (1)$$

мұнда f_i – нақты экологиялық фактордың мәні ($i = 1, 2, \dots, n$) бақылау нүктесі; a_i – салмақтық коэффициент, бағытты есептейтін және әсердің суммалық қалыптасуындағы бұл фактордың мәні.

Егер факторлар мәндік сандық параметрлермен сипатталса, онда әрқайсысына мақсатты атқарымды құруға болады, содан ол жекеленген экологиялық бағалау негізін құрайды. Басқаша айтқанда, жекеленген параметрлер немесе жекеленген экологиялық бағалау түрінде, кешенді экологиялық бағалау – факторлардан құралуы мүмкін.

Жалпылама бұзылыстың антропогендік барлық деңгейі бойынша табиғатты қорғау іс-шарасын жүргізу құндылығы мен күрделілігі әрбір зона кешенінің салмақтық есебінде құрылуы керек. 1-сурет карта шарт белгілерінде территория үшін өсімдіктер жамылғысының реабилитация мүмкіндігі территорияда трансформацияның түрлі деңгейімен біркелкі емес. Әлсіз бұзылған өсімдіктер қауымдастығы әсерді шектеген жағдайда қайтадан қалпына келуге қабілетті. Күшті бұзылған өсімдіктер қауымдастығына әсерді толығымен тоқтатқан жағдайда қайтадан қалпына келуге қабілетті. Өте күшті бұзылған өсімдіктер қауымдастығы фитомелиорация бойынша іс-шарасыз қалпына келуге қабілетсіз. Іс-шаралар құны антропогендік бұзылыс деңгейі бойынша пропорционалды өседі, салмақтық коэффициентке сәйкес әрбір зонаға салымның жекеленген экологиялық бағалауын жүргіземіз, балдық бағалау шкаласында балдың пропорционалды мәніне сәйкес.

Бес класта және дәстүрлі он балдық шкалада әрбір клас үшін 2 бал бойынша, бал төменгі және жоғары шекара кластарында: жасыл – $0 \div 2$, ашық жасыл – $2 \div 4$, алтын түстес – $4 \div 6$, қызғылт – $6 \div 8$, қызыл – $8 \div 10$ балмен. Мәннің нәижесі шекара

арасында өсімдіктердің антропогендік трансформациясында мұнайгаз өндіруші кешеннің орташа мәнді өлшемі есепке қабылдай отырып, мақсатты функцияның келесі мәнін аламыз:

$$ЧЭО = f_1 + 3 \cdot f_2 + 5 \cdot f_3 + 7 \cdot f_4 + 9 \cdot f_5, \quad (2)$$

мұнда f_i – облыс бойынша жалпы өсімдіктердің антропогендік трансформация деңгейі полигондардың суммалық аудан мәні.

Сонымен, облыстың барлық территориясында мақсатты функция есебі нәтижесінде және мұнайгаз өндіруші кешен зонасымен суммалық балдық аудан алынады, облыстың ауданға бөлінгеннен кейін немесе аймақ ауданы мұнай газ өндіруші кешенмен Маңғыстау облысының тер-

риториясында антропогендік трансформациясында орташа мәнін бағаладық.

Зерттеу нәтижелері мен оларды талдау

Кескін аудандарын суммалау нәтижесінде бір түспен келесі бағалар алынды (1-кесте). Кешенің соңғы бөлігі мұнай-газ өндіруші (МГӨ) кешенімен кескін аудан бөлігінің артуы көрсетілді, өсімдіктердің антропогендік трансформация өсу деңгейі бойынша: 8,3% жасыл аймақ үшін, 11,1% ашық жасыл түсті – 23,9% алтын түстес, 46,7% қызғылт және 81,0% қызыл, дегенмен жалпы мұнай газ өндіруші кешенмен территорияның максималды ауданы трансформацияның бірқалыпты түріне жатқызылады.

1-кесте – Аймақ ауданынан өсімдіктер жамылғысындағы түрлі деңгейдегі антропогендік трансформациясының мұнай-газ өндіруші (МГӨ) кешенмен ауданның кескін бөлігін бағалау

Өсімдіктер жамылғысының антропогендік трансформация деңгейі	Мардымсыз немесе болмауы	Әлсіз	Бірқалыпты	Айтарлықтай	Күшті
Аймақтың жалпы ауданы	62562	39211	68561	9564	8929,6
МГӨ кескінің суммалық ауданы	5200	4330	16411	4466	7232
МГӨ кескінің аудан бөлігі,%	8,3	11	23,9	46,7	81

2-кесте – Маңғыстау облысы өсімдіктеріндегі антропогендік трансформациясының мұнай газ өндіруші (МГӨ) кешенде орташа мәнді өлшем есебінің көрсеткіші

Өсімдіктер жамылғысының антропогендік трансформация деңгейі	Мардымсыз немесе болмауы	Әлсіз	Бірқалыпты	Айтарлықтай	Күшті	Есептік мәні
Аймақтың жалпы балдық ауданы (балл×аудан)	62562	117633	342805	66948	80366,4	670314
Суммалық балдық аудан МГӨ кескінімен	5200	12990	82055	31262	65088	196595
Маңғыстау облысындағы өсімдіктердің антропогендік трансформациясын орташа мәнді бағалау, балмен						3,55
Маңғыстау облысындағы өсімдіктердің антропогендік трансформациясын орташа мәнін бағалау,%						35,5
Маңғыстау облысындағы өсімдіктердің антропогендік трансформациясын орташа мәнін бағалау, балмен						5,22
Маңғыстау облысындағы өсімдіктердің антропогендік трансформациясын МГӨ кешенмен орташа мән салымы,%						52,23
Маңғыстау облысындағы өсімдіктердің антропогендік трансформациясына МГӨ қосымша салымы,%						16,73

3-кесте – Бұзылған топырақ жамылғысының ауданындағы мұнай-газ өндіруші кешен кескінінен аудан бөлігін бағалау

Топырақ жамылғысының бұзылу деңгейі	Мардымсыз немесе болмауы	Әлсіз	Бірқалыпты	Айтарлықтай	Есептік мәні
Аймақтың жалпы ауданы	119992,64	45239,07	14974,75	6797,94	1823,20
Аймақ аумағындағы мұнай газ өндіруші кешен кескінінің суммалық ауданы	1733,50	2189,44	1879,65	633,82	751,56
МГӨ кескінің аудан бөлігі,%	1,44	4,84	12,55	9,32	41,22

Кестенің соңғы бағанасы бұзылған топырақ жамылғысы бойынша МГӨ кешен кескінінің аудан бөлігінен артқандығын көрсетеді: 1,44% жасыл аймақ үшін, 4,84% ашық-жасыл түсті, алтын түстес – 12,55%, және 41,22% қызыл.

Барлық Маңғыстау облысының аумағында әрбір түсі бойынша аймақты қарапайым салыстыруынан алынған нәтиже өсімдіктер жамыл-

ғысының антропогендік трансформация нақты аймағының МГӨ кешен салымын көрсетеді (1 төменгі бағана шекарасында). Жалпылама бағалауды алу мақсатты атқарым әдісін қамтамасыз ете алады, табиғатты қорғау іс-шараларының құндылық көрінісі – әрбір аймақтың салмақтық жүктемесінде есептелінеді (4-кесте).

4-кесте – Маңғыстау облысы территориясының бұзылған топырақ жамылғысындағы мұнай-газ өндіруші (МГӨ) кешеннің орташа өлшемді есебі

Бұзылған топырақ жамылғысының деңгейі	Мардымсыз немесе болмауы	Өлсіз	Бірқалыпты	Айтарлықтай	Күшті	Есептік мәні
Аймақтың балдық ауданы (балл×аудан)	119992,64	135717,22	74873,77	47585,56	16408,80	394577,98
Мұнай газ өндіруші кешен кескінінің балдық аудан суммасы	1733,50	6568,33	9398,25	4436,77	6764,05	28900,91
Маңғыстау облысы территориясындағы бұзылған топырақ жамылғысының орташа мәнін бағалау, балмен						2,09
Маңғыстау облысы территориясындағы бұзылған топырақ жамылғысының орташа мәнін бағалау,%						20,90
Мұнай газ өндіруші кешенмен Маңғыстау облысы территориясындағы бұзылған топырақ жамылғысының орташа өлшемін бағалау, балмен						4,02
Мұнай газ өндіруші кешенмен Маңғыстау облысы территориясындағы бұзылған топырақ жамылғысының орташа өлшемін бағалау,%						40,21
Маңғыстау облысы территориясындағы бұзылған топырақ жамылғысының мұнай газ кешеннің қосымша салымы,%						19,31

Сонымен 10 балдық шкала бойынша Маңғыстау облысы территориясының өсімдіктердің антропогендік трансформациясын орташа мәні 5,22 балмен, бұл жалпы Маңғыстау облысы территориясында өсімдіктер жамылғысынан 1,67 балға артық екені көрсетілді. Маңғыстау облыс территориясында өсімдіктердің антропогендік трансформациясында МГӨ кешеннің орташа салымы – 52,23%, ал МГӨ кешеннің қосымша салымы – 16,73%.

Алынған өлшем, өсімдіктер жамылғысына мұнай газ өндіруші кешеннің әсері территорияның нақты шегінен шыққандығын көрсетеді. Мұндай жағдаят өндірістік экологиялық бақылаудың әдісін ұйымдастыру қажет екендігін көрсетеді, әдетте нәтижелер нормативті құжаттарда эмиссияның қалыпты екендігін көрсетеді.

Қорытынды

Бұл әдістің артықшылығы вектор географиялық ақпараттық жүйе форматында көрсеткіш-

тер нәтижелерін алудың қарапайымдылығы және жылдамдығымен ерекшеленеді. Маңғыстау облысындағы мұнай-газ өндіруші кешенде топырақ жамылғысының орташа мәнін бағалау 4,02 балды құрайды, бұл Маңғыстау облысының өсімдіктер жамылғысындағы антропогендік трансформациясының орташа өлшемді бағасы 1,93 балға көп екендігін көрсетеді. Мұнай-газ өндіруші (МГӨ) кешенді Маңғыстау облысы территориясында топырақ жамылғысының орташа өлшемі 40,21%, ал қосымша МГӨ кешеннің топырақ жамылғысының бұзылысы – 19,31% көрсетті.

Топырақпен өсімдіктердің антропогендік трансформация кешенінде жүргізілген аналогиялық бақылау нәтижелерін салыстыратын болсақ, топырақ жамылғысының бұзылысы өсімдіктер трансформациясымен салыстырғанда жоғары екендігін көрсетті (өсімдіктер жамылғысы – 16,73%, ал топырақ жамылғысының бұзылысы 19,31%), сонымен бұл көрсеткіш өсімдіктер жамылғысында табиғи ортаны өзін-өзі реттейтін ресурстық компоненттерінің таусылмағандығымен түсіндіріледі.

Әдебиеттер

- 1 Экология нефтедобывающего комплекса. [Электронный ресурс]. Адрес доступа: <http://geologinfo.ru/ekologicheskaya-geologiya/152-ekologiya-neftedobyvayushchego-kompleksa>.
- 2 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды казахстанской части Каспийского моря за (2014 г.) / Департамент экологического мониторинга РГП «Казгидромет» МЭ РК, Астана, (2015) – [Электронный ресурс]. Адрес доступа: http://www.kazhydromet.kz/ru/monitor_beluten
- 3 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды казахстанской части Каспийского моря. Выпуск 1 (42) 1 кв. 2015 г. / Департамент экологического мониторинга РГП «Казгидромет» МЭ РК, Астана, (2015) – [Электронный ресурс]. Адрес доступа: http://www.kazhydromet.kz/ru/monitor_beluten
- 4 Программа действий по охране окружающей среды для Центральной и Восточной Европы [пер. с англ. – Budapest: Kingfish Media Bt., OECD and World Bank] (1995). – 90 с.
- 5 Руководство по подготовке отчетов по экологической оценке. [Электронный ресурс]. Адрес доступа: – [<http://www.grida.no/soe/cookbook>].
- 6 Araujo, M.B. and M. Luoto, (2007). [The importance of biotic interactions for modeling species distributions under climate change]. *Global Ecology and Biogeography*, 16: 743-753.
- 7 Bevers, M. and J. Hof, (1999). [Spatially optimizing wildlife habitat edge effects in forest management linear and mixed-integer programs. *Forest Science*], 45: 249-258.
- 8 Boumans, R. and R. Costanza, (2002). [Modeling the dynamics of the integrated earth system and the value of global ecosystem services using the GUMBO model. *Ecological Economics*], 41: 529-560.
- 9 Costanza, R., L. Wainger, C. Folke and K.G. Mdlr, (1993). [Modeling complex ecological economic systems]. *Bioscience*, 43: 545-555.
- 10 Cousins, S.A.O., S. Lavorel and I. Davies, (2003). [Modelling the effects of landscape pattern and grazing regimes on the persistence of plant species with high conservation value in grasslands in southeastern Sweden]. *Landscape Ecology*, 18: 315-332.
- 11 S.M. Bayandinova, L.M. Pavlichenko, R.U. Mukasheva and V.S. Krylova. Environmental Impact [*Assessment of the Eastern Kazakhstan Based on Standardized Efficiency Function According to Cartographic Documents*]. – *World Applied Sciences Journal*, (2012). – 19 (3), – pp. 302-308.
- 12 LM Pavlichenko, ZS Urikbaeva, AV Chigarkina [Expert assessment of human impact on the natural environment of Kyzylorda region with the help of an objective function] // *Bulletin of KazNU. Ser. ekolog.* – (2002). – № 1 (10). – S. 70-74. (In Russian)
- 13 LM Pavlichenko, EA Talanov Dostay Railway, AV Chigarkina [Ranging regions of Kazakhstan on the intensity of desertification by constructing the objective function] / *Hydrometeorology and ecology.* – (2005), № 2. – 12. 201-212 (In Russian)
- 14 IA Abssalomova [Environmental assessment of landscapes]. – М.: Moscow State University, (1992). – 88 p. (In Russian)
- 15 Abalakov AD Environmental geology: Proc. Guide – Irkutsk: Izd Irkut. state. University Press, (2007). – 267 p. (In Russian)
- 16 Alekseenko VA [Environmental geohimiya]. – М.: Logos. (2000).-627 with. (In Russian)
- 17 Atlas of Mangystau region / Ed. AR Medeo. Almaty, (2011). (In Russian)
- 18 Pentl R. [systemic environmental analysis methods environment]. – М.: Mir(2000), (In Russian)
- 19 Gmoshinsky VG [Engineering ecology]. – М.: Knowledge, (1977). – 64 p. (In Russian)

References

- 1 <http://geologinfo.ru/ekologicheskaya-geologiya/152-ekologiya-neftedobyvayushchego-kompleksa>.
- 2 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды казахстанской части Каспийского моря за (2014 г.) / Департамент экологического мониторинга РГП «Казгидромет» МЭ РК, Астана, (2015) http://www.kazhydromet.kz/ru/monitor_beluten
- 3 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды казахстанской части Каспийского моря. Выпуск 1 (42) 1 кв. 2015 г. / Департамент экологического мониторинга РГП «Казгидромет» МЭ РК, Астана, (2015) http://www.kazhydromet.kz/ru/monitor_beluten
- 4 Программа действий по охране окружающей среды для Центральной и Восточной Европы (1995)[Budapest: KingfishMediaBt., OECDandWorldBank]– 90 с.
- 5 Руководство по подготовке отчетов по экологической оценке. [<http://www.grida.no/soe/cookbook>].
- 6 Araujo M.B., and Luoto M. (2007). The importance of biotic interactions for modeling species distributions under climate change. *Global Ecology and Biogeography*, 16: 743-753.
- 7 Bevers M. and J. Hof (1999). Spatially optimizing wildlife habitat edge effects in forest management linear and mixed-integer programs. *Forest Science*, 45: 249-258.
- 8 Boumans R. and R. Costanza, (2002). Modeling the dynamics of the integrated earth system and the value of global ecosystem services using the GUMBO model. *Ecological Economics*, 41: 529-560.
- 9 Costanza R., Wainger L., Folke C. and Mdlr K.G., (1993). Modeling complex ecological economic systems. *Bioscience*, 43: 545-555.
- 10 Cousins S.A., Lavorel S and Davies I. (2003). Modelling the effects of landscape pattern and grazing regimes on the persistence of plant species with high conservation value in grasslands in southeastern Sweden. *Landscape Ecology*, 18: 315-332.

11 Bayandinova S.M., Pavlichenko L.M., Mukasheva R.U. and Krylova V.S. Environmental Impact Assessment of the Eastern Kazakhstan Based on Standardized Efficiency Function According to Cartographic Documents. – World Applied Sciences Journal, (2012). – 19 (3), – pp. 302-308.

12 Pavlichenko L.M., Urikbayeva Z.C., Chigarkina A.V. (2002). Expert assessment of human impact on the natural environment of Kyzylorda region with the help of an objective function [Экспертная оценка антропогенного воздействия на природу Кызылординской области с помощью функции] // Bulletin of KazNU. Ser. ekolog. – № 1 (10). – P.70-74. (In Russian)

13 Pavlichenko L.M., Talanov E.A., Dostay Railway, Chigarkina A.I. (2005), Ranging regions of Kazakhstan on the intensity of desertification by constructing the objective function [ранжирование регионов Казахстана по интенсивности опустыняемости по построению функции] / Hydrometeorology and ecology. – № 2. - 12. P.201-212 (In Russian)

14 Absalomova I.A. Environmental assessment of landscapes (1992). [Экологическая оценка ландшафтов]. - М.: Moscow State University, - p.88 (In Russian)

15 Abalakov A.D. University Press, (2007). Environmental geology [Экологическая геология] P. 267 (In Russian)

16 Alekseenko V.A. (2000) Environmental geohimiya [Экологическая геохимия]. М: Logos. P.627 (In Russian)

17 Atlas of Mangystau region. Almaty, (2011). [Atlas Mangistauskiy oblasti] (In Russian)

18 Pentl R. Mir (2000), Systemic environmental analysis methods environment [Систематический анализ окружающей среды]. - (In Russian)

19 Gmshinsky V.G. Knowledge, (1977). Engineering ecology [Инженерная экология]. P.64 (In Russian)

¹Салмурзаулы Р.,
¹Нуртазин С.Т.,
²Мухитдинов А.М.,
¹Икласов М.К.

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы
²Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

Использование дистантных методов мониторинга загрязнения поверхностных вод бассейна реки Иле

¹Salmurzauli R.,
¹Nurtazin S.T.,
²Muhitdinov A.M.,
Iklassov M.K.

¹Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
²Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Kazakhstan, Almaty

The use of remote sensing methods for monitoring pollution of surface waters of the Ili river basin

¹Салмурзаулы Р.,
¹Нуртазин С.Т.,
²Мухитдинов А.М.,
²Ыкласов М.Қ.

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
²Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ.

Иле өзені бассейнінің жер беті суларының ластануының зерттеуде ғарыштан бақылау әдістерін қолдану

В статье рассматриваются общие вопросы целесообразности использования данных дистанционного зондирования Земли для мониторинга некоторых типичных и важных в плане загрязнения поверхностных водоемов и водотоков бассейна реки Иле. Показано, что использование дистантных методов позволяет охватить обширные территории, получить для сравнения и анализа существующих трендов разновременную информацию, картировать потенциальные источники опасных для здоровья и жизни людей, биоты и природных экосистем поллютантов. Результаты анализа данных дистанционного зондирования двух крупных и важных в гидрологическом и гидрохимическом отношении водных объектов – Капшагайского водохранилища и накопителя сточных вод Сорбулак – показывают, что использование современных геоинформационных систем может стать важным элементом системы мониторинга состояния поверхностных вод и оценки влияния загрязняющих веществ на качество воды, используемой населением для хозяйственно-бытовых нужд, для техногенных целей, орошения, рыбохозяйственных целей и т.д. в бассейне р. Иле.

Ключевые слова: мониторинг, качество воды, дистанционное зондирование, водные объекты, загрязнение.

The article considers the common questions the feasibility of using remote sensing data for the monitoring of some typical and important in terms of pollution of surface water bodies and streams Ili River basin. It is shown that the use of remote sensing methods can cover large areas, to obtain for comparison and analysis of existing trends of multi-temporal information, to map potential sources of hazards to health and life of humans, biota and natural ecosystems of pollutants. The results of the analysis of remote sensing data of the two largest and most important in the hydrological and hydrochemical regard to water bodies-Kapshagai reservoir and Sorbulak wastewater storage show that the use of modern geo-information systems can be an important element of the system of monitoring of surface water status and assessing the impact of pollutants on the quality of water used by the population for domestic use, for technogenic purposes, irrigation, fishery purposes, etc. in the Ili river basin. Using modern methods of remote sensing techniques allows to quickly identify areas of water pollution depending on the presence of contaminants and sediment, changing the properties of surfactants, changes in the spectral characteristics of the display in the images, such as anthropogenic eutrophication of the reservoir, etc. Represented in this article the main approaches to the use of remote sensing methods can be an important part of monitoring the condition of the surface water.

Key words: monitoring, water quality, remote sensing, water bodies, pollution.

Мақалада Іле өзені бассейнінің кейбір маңызды жер беті су қорларының ластану мәселесін зерттеудегі жер бетін ғарыштан бақылау деректерін қолдану тиімділігі мен орындылығы қарастырылған. Ғарыштан бақылау әдістерін қолдану үлкен алқаптарды қамтуға, уақыт аралық салыстырмалы өзгерістерді саралауға, сонымен қатар адам өмір мен денсаулығына және қоршаған ортаға зиян келтіретін ластағыш заттарды зерттеудегі тиімділігі келтірілген. Гидрологиялық және гидрохимиялық тұрғыдан маңызды Қапшағай су қоймасы және ағынды сулар жинағышы Сорбулак су нысандарын ғарыштан зерттеу нәтижелері, қазіргі заманғы геоинформатикалық жүйелер әдістерін қолдану, Іле өзені бассейнінде ауыз су және күнделікті үй-шаруасында, сонымен қатар егіс, балық өсіруде қолданатын су сапасына әсер ететін ластағыш заттарды қадағалау жүйесінің маңызды бір бағыты ретінде қалыптасқанын көрсетті. Қазіргі заманғы ғарыштан бақылау әдістері, су ортасында ластағыш заттардың таралу ареалын теңдестіруге мүмкіндік береді. Су беткі қабатының спектральді шағылысу ерекшелігін ғарыштан түсірілген сурет арқылы сараптай отырып, мысалы, су қойманың антропогендік эвтрофикациясын немесе органикалық заттармен ластануын сипаттауға болады.

Түйін сөздер: мониторинг, су сарасы, ғарыштан бақылау, су нысандары, ластану.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ДИСТАНТНЫХ
МЕТОДОВ
МОНИТОРИНГА
ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
БАССЕЙНА РЕКИ ИЛЕ**

Введение

Вторая половина XX-го и начало XXI-го столетия отмечены резким ростом антропогенного воздействия на природу, окружающие и включающие человека наземные экосистемы, атмосферу, поверхностные воды и т.д. Возникает целый ряд экологических и социально-экономических проблем, а в связи с этим, в частности, – необходимость всестороннего точного учета изменений качества воды, использования этих данных в целях рационального и устойчивого природопользования. Надежные данные экологического мониторинга – необходимая база для управления качеством воды в регионе, которая является важнейшим компонентом окружающей природной среды, одной из основ жизнедеятельности народов, проживающих на ее территории. В связи с остротой проблем сохранения окружающей среды создана глобальная система мониторинга окружающей среды (ГСМОС), частью которой является программа, посвященная водным проблемам – ГСМОС (Вода) – с центром в Канаде. Задачами программы ГСМОС (Вода) являются нижеследующие:

- мониторинг распространения и трансформации загрязняющих веществ в водной среде;
- оповещение о серьезном нарушении состояния водных объектов;
- напоминание правительствам о необходимости принятия мероприятий по охране, восстановлению и улучшению окружающей среды.

В рамках программы ГСМОС (Вода) вводятся национальные стандарты нормирования качества воды, которые устанавливаются для воды конкретного объекта совокупность допустимых значений показателей ее состава и свойств, в пределах которых надежно обеспечиваются здоровье населения, благоприятные условия водопользования и экологическое благополучие водного объекта. Вытекающие из указанных стандартов правила охраны поверхностных вод определяют нормы качества воды водоемов и водотоков для условий хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования.

Известно, что проблема загрязнения поверхностных вод стоит в большинстве стран мира, в том числе в Казахстане, чрезвычайно остро [1]. В последние десятилетия растет техногенное загрязнение практически всех крупных рек нашей страны, включая трансграничную с Китаем реку Иле. Следует при этом учитывать, что в бассейне Иле, на юго-востоке Казахстана, проживает более трех миллионов человек, сложился крупный агропромышленный комплекс, что требует совершенствования всей системы водоохраных мероприятий и контроля качества воды на данной территории. Оптимальное решение задач, стоящих перед водным хозяйством региона, невозможно без объективной информации о состоянии водных ресурсов, без разработки, внедрения и совершенствования способов и научно обоснованных технологий оценки качества поверхностных и грунтовых вод.

Существующая система точечного контроля качества водных сред не позволяет в современных условиях достаточно оперативно решать задачи по контролю зон хронического загрязнения водных бассейнов на больших территориях [2]. Расширение задач по оценке состояния окружающей среды требует разработки новых методик, позволяющих на современном научно-техническом уровне оценивать масштабы загрязнения окружающей среды и выявлять степень влияния данного загрязнения на здоровье и качество жизни населения и живых организмов. Большими возможностями по идентификации загрязнения поверхностных вод обладают методы дистанционного зондирования, которые позволяют вести мониторинг на значительных территориях водных объектов, в том числе малодоступных для обычных контактных методов индикации [3, 4]. Дистанционные технологии при этом, безусловно, должны дополняться использованием классических методов оценки загрязненности и качества поверхностных вод по их гидрохимическим показателям [5, 6]. Данные возможности особенно важны для получения информации раннего обнаружения возникновения экстремальных ситуаций на водных объектах после природных и техногенных катастроф, аварий, экстремальных сезонных ситуаций и прочего [5, 6, 7, 8].

В настоящее время в мире накоплен значительный опыт по вопросам гидрологического мониторинга, включающего мониторинг состояния водных объектов и мониторинг состояния водосбора. Мониторинг состояния водных

объектов включает в себя мониторинг различных гидрологических характеристик по количественным и качественным показателям (уровни и расходы воды, мутность и сток наносов, термический и ледовый режимы, качество воды), гидроморфологический мониторинг, мониторинг объемов водопотребления и водоотведения, водохозяйственных сооружений и водоохраных зон. Мониторинг состояния водосбора состоит из мониторинга физико-географических и климатических факторов стока (почвы, растительность, осадки, снеготопасы, температура и влажность почвы и т. п.) и мониторинга развития хозяйственной деятельности на водосборе. Как видно из приведенного перечня задач, для их решения необходим большой объем информации с высокой частотой обновления, которую могут обеспечить только данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса, получаемые с заданным периодом наблюдений, с использованием разных методов ДЗЗ и спектральных диапазонов [9] (таблица 1).

Анализ современных методов дистанционного зондирования показывает, что их возможности позволяют оперативно идентифицировать ареалы загрязнения водной среды. Факторами загрязнения, наиболее распознаваемыми методами дистанционного зондирования являются: продукты нефти на поверхности, мутность воды взвесьями, наличие и плотность хлорофилла, температурные аномалии и т.д. При этом основными признаками отображения на аэрокосмических снимках состояния водных объектов являются: изменение оптических характеристик толщи воды, изменение гидродинамических параметров водной среды, изменение свойств пленки поверхностно-активных веществ, изменение физико-химических характеристик водной среды, изменение спектральных характеристик отображения на снимках [10].

Определены преимущества дистанционного зондирования как метода идентификации загрязняющих компонентов поверхностных вод вследствие:

- обзорности;
- масштабности решаемых задач;
- значительной дешевизны получения данных по идентификации поллютантов по сравнению с другими методами;
- адекватности и документальности полученных данных;
- возможности использования и сравнения разновременных снимков;

Таблица 1 – Характеристики методов дистанционного зондирования по идентификации водных поллютантов

Метод исследования	Объект исследования	Спектральный диапазон, мкм
Съемка в видимом диапазоне	Зоны с повышенной антропогенной нагрузкой, загрязнение водных объектов разливами нефтяных пятен, аккумуляция, цветность загрязнений на объектах и др.	0,4 – 0,78 мкм
Многозональная съемка	Глубоководные объекты, мелководные объекты, исследование цвета водной среды	0,4 – 0,48 мкм
Мультиспектральная съемка	Механическое загрязнение вод, концентрация взвешенных частиц, автотрофное загрязнение водоемов	0,4 – 0,48 мкм
Инфракрасная съемка	Места утечек техногенных вод, температурные аномалии, несанкционированные сбросы промышленных стоков в водоемы	3 – 5 и 8 – 12 мкм
Телевизионная съемка	Зоны с повышенной антропогенной нагрузкой, загрязнение акваторий, разливы, цветовая контрастность нефтяных пятен	0,5 – 0,75 мкм
Радиосъемка	Нефтяные загрязнения водных объектов, температурные показатели поверхностных вод	≥ 12 мкм
Лазерная съемка	Концентрация зоопланктона и фитопланктона, распределение минеральной взвеси	10 – 720 нм

Однако, каждый метод дистанционного зондирования обладает ограниченной областью применения. Точность и информативность данных о загрязнении поверхностных вод увеличивается при совместном применении нескольких методов дистанционного зондирования, дополняющих друг друга. Эффективность идентификации поллютантов в водных средах методами дистанционного зондирования, как указывалось выше, во многом определяется результатами тестирования элементов распознавания непосредственно на объекте исследования с использованием классических гидрохимических методов анализа загрязняющих веществ [11, 12, 13].

Целью проведенной нами работы являлась разработка методики мониторинга состояния поверхностных вод естественных и искусственных водоемов и водотоков (водохранилищ, рек, озер) казахстанской части бассейна реки Иле с использованием разновременных материалов дистанционного зондирования. Теоретической и методической основой исследования послужили разработки ученых стран СНГ и дальнего зарубежья [14, 15, 16].

В рамках проведенного исследования был выполнен анализ данных дистанционного зондирования исследуемого региона с целью выявления потенциальных источников загрязнений поверхностных вод водных объектов бассейна реки Иле, в том числе населенных пунктов, водоемов – накопителей сточных вод, крупных промыш-

ленных, транспортных и животноводческих объектов, массивов орошаемого земледелия и т.д. в целях разработки системы мониторинга на основе использования данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) в сочетании с результатами гидрохимического анализа проб воды из соответствующих тестовых точек.

С целью определения характера распределения загрязняющих веществ и взвесей в водной среде рассмотрены накопитель сточных вод г. Алматы Сорбулак и Капшагайское водохранилище. Показано, что характер распределения, объем и концентрация загрязняющих компонентов и взвесей в поверхностных водах определяются: производительностью источников загрязнения; способами загрязнения (сточные воды, в том числе бытовые, производственные, транспортные, дождевые и талые, сельскохозяйственные сточные воды животноводческих комплексов и оросительных систем), которые указаны в карте-схеме исследуемого региона (рисунок 1).

Осуществлять расчет экологического риска, учитывая все присутствующие в водном объекте загрязняющие вещества представляет собой трудоемкий процесс и при этом не является необходимым, в связи с тем, что на качество воды наибольшее влияние зачастую оказывают лишь несколько веществ – приоритетных поллютантов для рассматриваемого водного объекта. Следует особо подчеркнуть, что загрязнение воды связано не только с присутствием в ней токсичных или дурно пахну-

щих веществ, но и с изменением ряда других физико-химических показателей, таких, как содержание взвешенных веществ, минеральный состав, растворенный кислород, температура, рН и др. В створах водопользования, забора состав и свойства воды ни по одному из названных показателей не должны превышать установленный норматив. При использовании водного объекта для различных нужд приори-

тетными являются более жесткие требования в ряду одноименных показателей. Главным с гигиенических позиций требованием к качеству питьевой воды является ее безопасность в эпидемиологическом отношении [17, 18]. Поэтому проблема контроля воды в системах водоснабжения, особенно на присутствие органических примесей, представляет собой самостоятельную актуальную задачу [19, 20].

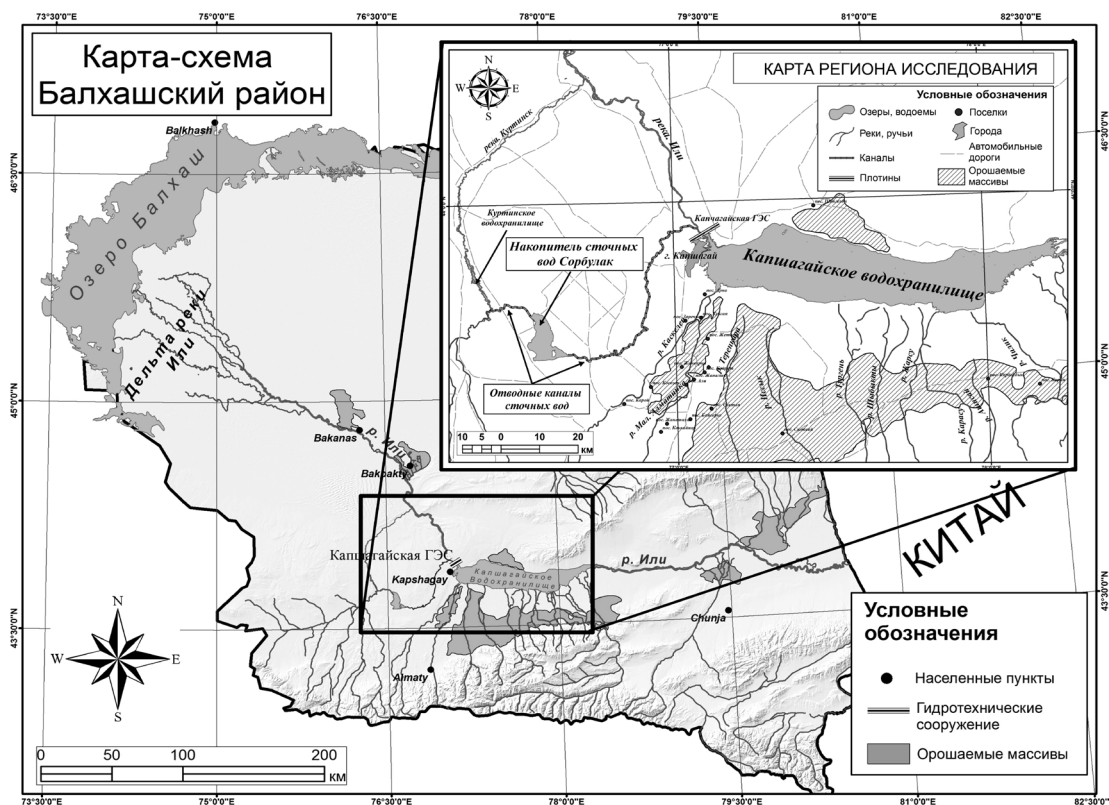


Рисунок 1 – Карта-схема исследуемого региона и источники загрязнения в нижнем течении реки Иле на примере накопителя Сорбулак и Капшагайское водохранилище

Материалы и методы

Исходя из поставленных задач, нами использовались методы спектрального анализа мультиспектральных данных Landsat 5 TM со средним пространственным разрешением 30 метров. При выборе космических снимков Landsat учитывались время съемки и основные критерии качества. Все представленные космоснимки прошли корректировку с учетом радио- и атмосферных помех. В ходе спектрального анализа

поверхностных вод водохранилища Капшагай и накопителя сточных вод Сорбулак оценивались отражательная способность поверхности вод в условиях их загрязнения и наличия взвесей различного типа в различных диапазонах спектра видимого и инфракрасного света. Анализ отражательной способности, загрязненной взвесями воды, проводился отдельно по всему спектральному диапазону Landsat TM, за исключением тепловой инфракрасной части [21, 22, 23] (таблица 2).

Таблица 2 – Спектральные диапазоны спутника Landsat 5TM

Спектральный канал	Длины волн	Разрешение
Видимый синий	0,45 – 0,50 мкм	30 м
Видимый зелёный	0,51 – 0,55 мкм	30 м
Видимый красный	0,63-0,75 мкм	30 м
Ближний инфракрасный	0,76 – 0,90 мкм	30 м
Инфракрасный – 1	1,55 – 1,75 мкм	30 м
Инфракрасный – 2	2,08 – 2,35 мкм	30 м
Тепловой инфракрасный	10,4 – 12,4 мкм	120 м

Коэффициент отражения световых волн различных частей спектра от водной поверхности высчитывался по нижеприведенной формуле:

$$R = \pi * L_{\lambda} * d / ESUN_{\lambda} * \cos(\theta)_s$$

где: R – коэффициент отражения; π – значение пикселей региона обследования; L_{λ} – спектральная яркость в определенной длине волны; d – расстояние между Землей и Солнцем; $ESUN_{\lambda}$ – средняя внеатмосферная солнечная спектральная излучения; $\cos(\theta)_s$ – вы-

сота стояния Солнца над горизонтом в момент съёмки.

Таким образом, для решения поставленных задач были использованы волны видимого и инфракрасного диапазонов спектра (таблица 3).

Обработка спутниковых снимков и их последующая компоновка проводились в программном комплексе ENVI и ArcGis. Используемые спутниковые снимки были получены из открытых источников <http://earthexplorer.usgs.gov>. Всего были исследованы два снимка серии Landsat Thematic Mapper, 2010 года.

Таблица 3 – Примеры использования различных спектральных диапазонов при дешифрировании снимков водного объекта

Спектральный диапазон	Примеры исследования
Видимый голубой 0,45 – 0,52 мкм	Картографирование и отображение мелководий. Различие открытой почвы и растительности в прибрежной зоне.
Видимый зеленый 0,52 – 0,57 мкм	Определение здоровья растительности в прибрежной зоне и на мелководье. Выявление различных ее поражений.
Видимый красный 0,62 – 0,75 мкм	Определение разновидностей фитопланктона и растительности мелководий в эвтрофированных водоемах.
Ближний инфракрасный 0,76 – 90 мкм	Картографирование водного объекта. Определение силы (мощности) прибрежной растительности, ее здоровья (пораженности). Тепловые аномалии в зоне сброса сточных вод.
Средний инфракрасный 2,08 – 2,35 мкм	Выявление типов горных пород путем определения их структуры и состава. Определение состояния береговой линии, растительности и почвы. Картографирование геологической структуры. Очерчивание водных границ.

Результаты и их обсуждение

Опыт использования оценки последствий загрязнения поверхностных вод биогенными элементами и взвесями с использованием материалов дистанционного зондирования на примере Капшагайского водохранилища и накопителя сточных вод г. Алматы – Сорбулак показал ее применимость и достаточно высокую корректность для мониторинга водных объектов

бассейна реки Иле. Анализ мультиспектральных космических снимков исследованных водных объектов выявил особенности характера распределения в воде примесей органической и неорганической природы. В обоих случаях использовалась соответствующая специфике общего характера и природы загрязнения часть спектра.

Известно, что Капшагайское водохранилище играет важную роль в регулировании стока

и распределении различных растворенных веществ и взвесей в среднем течении и низовьях реки Или. Учитывая большую площадь (около 1150 км²) и объем, Капшагайское водохранилище аккумулирует самые различные вещества.

По результатам спектрального анализа отраженного от поверхностных вод Капшагайского водохранилища света был выявлен спектральный диапазон волн, наиболее чувствительных к степени мутности воды (рисунок 2).

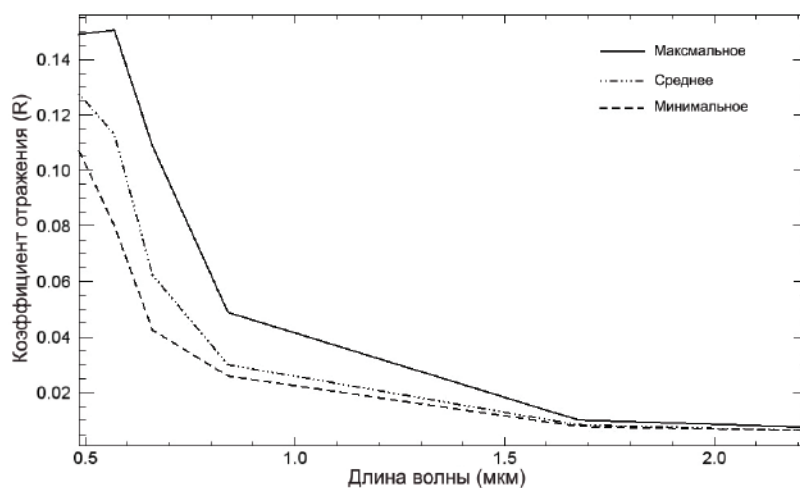


Рисунок 2 – Коэффициент отражения волн различной длины от поверхности Капшагайского водохранилища

Как видно из графика, наибольший коэффициент отражения соответствует длине волны 0,45 мкм, то есть лежит в диапазоне сине-фиолетового цвета. Исходя из этого, дальнейшая кластеризация и детальный спектральный анализ мутности воды проводился в диапазоне волн длиной 0,45 – 0,52 мкм. Кластеризация синего спектра снимка позволила получить карту мутности по интенсивности отражения волн в данном диапазоне (рисунок 3).

При составлении карты нами выделены три области водохранилища, различающиеся по мутности воды, которая отличается между собой по отражательной способности не только в синей части спектра, но и в других частях (до

сине-голубой части спектра), что показывает высокую достоверность кластеризации (таблица 4). Общая площадь водной поверхности с высокой степени мутности, площадью 328,1 км², распространяется от места впадения реки Или в водохранилище, вдоль южной акватории, где загрязнения поступают из мелких рек южной водосборной территории и в виде грунтовых вод. Часть водохранилища со средней степени мутности, площадью 282,8 км², имеет вид полосы шириной около 4 км и длиной около 60 км, расположена в южной части Капшагайского водохранилища. Самая чистая от взвесей часть водохранилища, площадью 534,7 км², находится в центре.

Таблица 4 – Коэффициент отражения волн различной длины от поверхности воды различной степени мутности (спутник Landsat TM)

Спектральный канал	Высокая мутность	Средняя мутность	Низкая мутность
Синий (0,45 – 0,52 мкм)	0,15059	0,12758	0,10710
Зелёный (0,52 – 0,60 мкм)	0,14906	0,11299	0,08004
Красный (0,63 – 0,69 мкм)	0,10880	0,06236	0,04251
Ближний инфракрасный (0,76 – 0,90 мкм)	0,10880	0,03004	0,02595
Инфракрасный – 1 (1,55 – 1,75 мкм)	0,01013	0,00836	0,00781
Инфракрасный – 2 (2,08 – 2,35 мкм)	0,00752	0,00634	0,00627

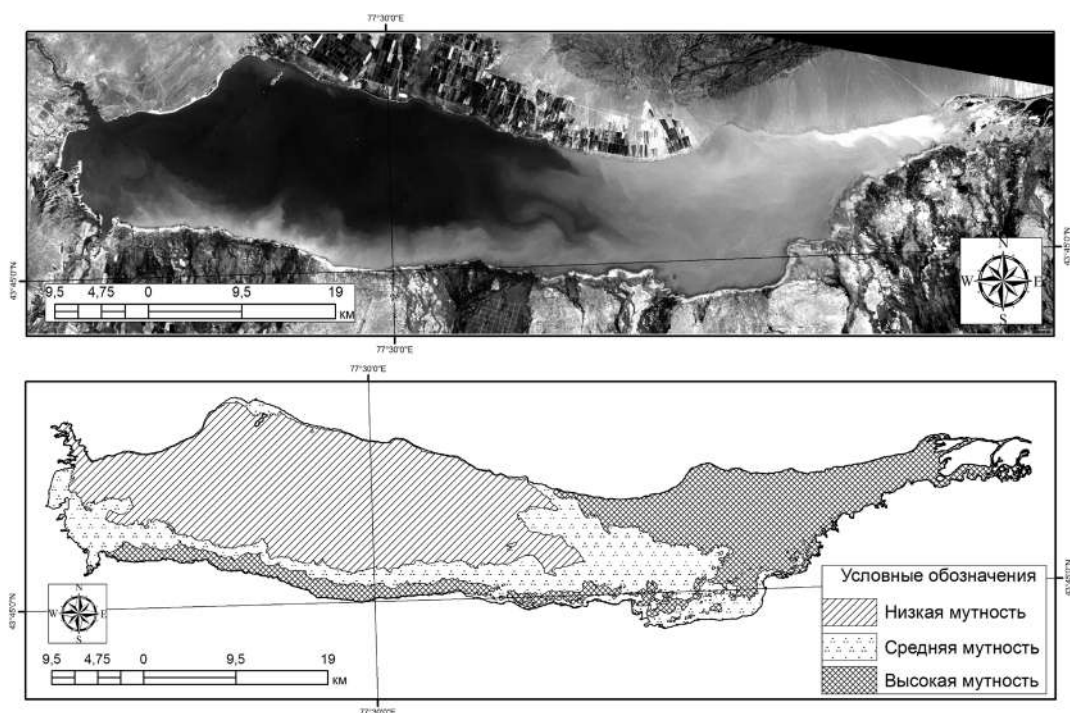


Рисунок 3 – Спутниковый снимок Капшагайского водохранилища и карта кластеризации водоема по степени мутности воды

Отметим, что мутность воды обусловлена наличием в воде примесей – взвешенных веществ, твердых частиц ила, глины, водорослей и других мелких частиц, включая микроорганизмы и является важным показателем ее качества. Мутность воды повышается при дождях, паводках, таянии ледников. В результате повышенной мутности ухудшается не только внешний вид воды, но и бактериологическая загрязненность, т.к. мутность защищает бактерии и микроорганизмы при ультрафиолетовом обеззараживании воды или при любой другой процедуре дезинфекции.

Важное практическое значение имеет мониторинг загрязнения водоемов биогенными веществами, вызывающими эвтрофирование водоемов и резкое ухудшение качества воды, начиная от крупных морей и заканчивая мелкими речными системами, является чрезвычайно актуальным направлением в дистанционном зондировании и широко используется во всех развитых странах мира [24, 25, 26]. Известно, что естественное эвтрофирование – процесс очень медленный во времени (тысячи, десятки тысяч лет), развивается главным образом вследствие накопления донных отложений и обмеления водоемов, тогда как антропогенное эвтрофирование – процесс очень быстрый (годы, десятки лет), отрицательные по-

следствия его для водоемов проявляются в очень резкой форме. На Международном симпозиуме по вопросам эвтрофирования поверхностных вод (1976) принята следующая формулировка – «антропогенное эвтрофирование – это увеличение поступления в воду питательных для растений веществ вследствие деятельности человека в бассейнах водных объектов и вызванное этим повышение продуктивности водорослей и высших водных растений».

Классическим примером антропогенно эвтрофированного водоема является накопитель сточных вод г. Алматы – Сорбулак, сток, из которого вода в различных объемах транзитом через реку Курты сбрасывается в р. Иле. Данный водный объект исследовался нами на основе анализа космических снимков из базы данных спутников Landsat. Пространственное распределение и концентрация в накопителе Сорбулак хлорофиллсодержащей биоты регистрировались на основе нормализованного относительного индекса растительности (NDVI), который обычно используется для мониторинга наземных экосистем (рисунок 4). Но в последние годы индекс NDVI активно применяется при мониторинговых обследованиях полупогруженной в воду растительности и идентификации вспышек размножения одноклеточных водорослей в

результате антропогенного эвтрофирования водоемов [27, 28, 29].

На вышеприведенной ГИС-карте выделены различные по степени (низкой, средней и высокой) эвтрофирования участки накопите-

ля Сорбулак. Показано, что на представленном космоснимке 2010 года участки повышенного эвтрофирования вод составляют 16.36% от общей площади водной поверхности накопителя, равной 62 км².

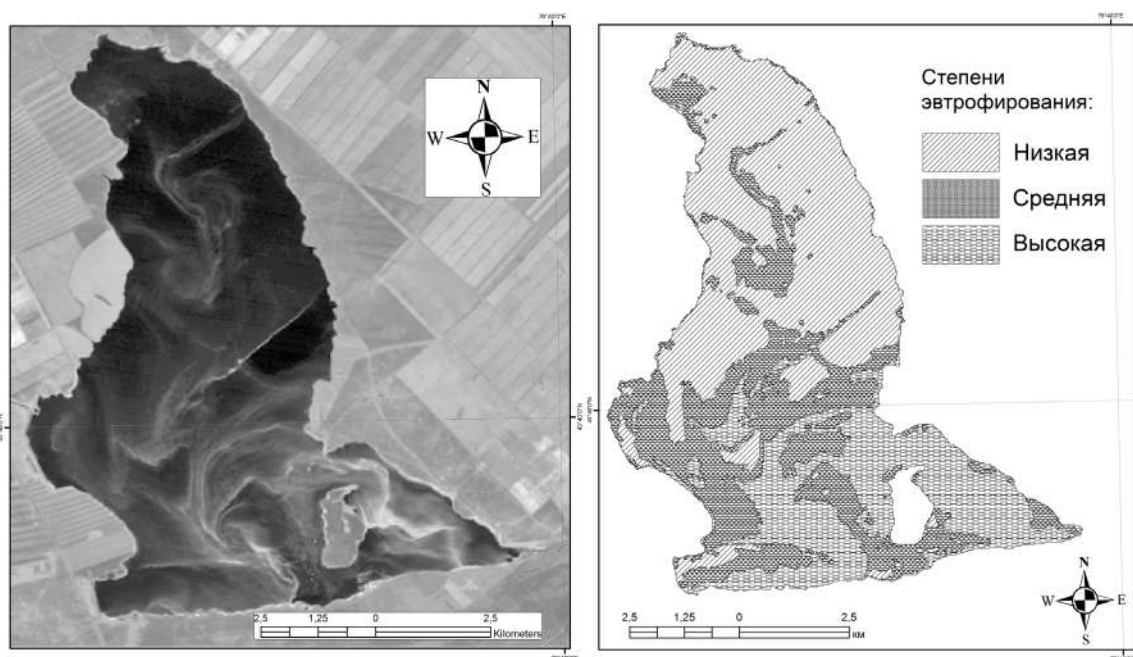


Рисунок 4 – Картирование вод накопителя Сорбулак по степени эвтрофирования

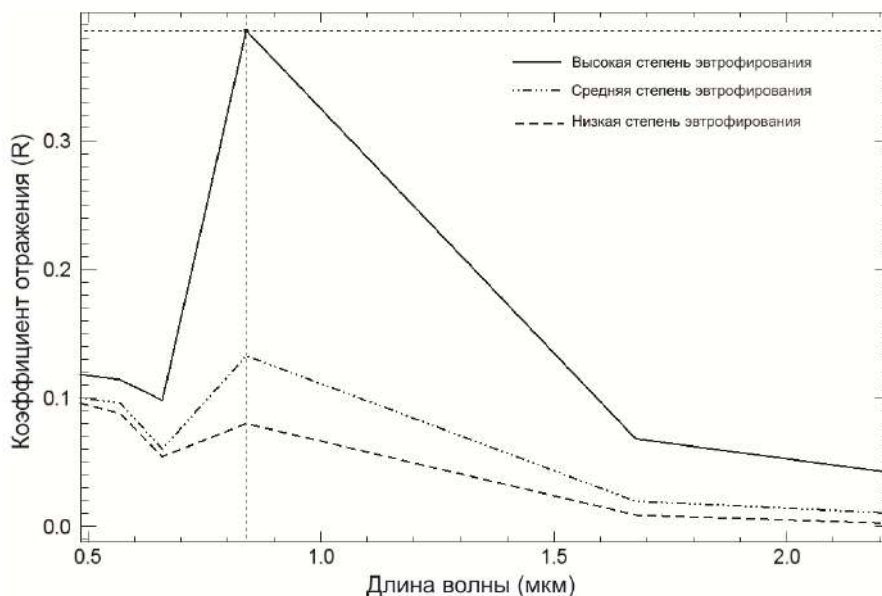


Рисунок 5 – Коэффициент отражения волн различной длины в зависимости от степени антропогенного эвтрофирования воды

Для проверки достоверности классификации был проведен спектральный анализ, в ходе которого была подсчитана средняя спектральная отражения полученных классов NDVI, где учитывались отражения и поглощение спектров определенной длины волны, в данном случае – от 0,45 до 2,35 мкм. Полученные результаты показали типичное отражение и поглощение спектров, свойственных зеленым растениям, т.е. активное поглощение в красной части видимого спектра и отражение в инфракрасной части по мере увеличения значения индекса NDVI (рисунок 5).

Заключение

Давая общую оценку вышеприведенным результатам анализа данных дистанционного зондирования двух крупных и важных в гидрологическом и гидрохимическом отношении водных объектов бассейна реки Иле (Капшагайского водохранилища и накопителя сточных вод Сорбулак), следует отметить, что современные геоин-

формационные системы позволяют оперативно и в широких масштабах оценивать состояние поверхностных вод. Использование современных методов дистанционного зондирования позволяет оперативно идентифицировать ареалы загрязнения водной среды посредством анализа основных признаков отображения на снимках, таких как: изменение оптических характеристик толщи воды, показателей отражения волн различной длины в зависимости от присутствия загрязнений и взвесей, изменение свойств пленки поверхностно-активных веществ, изменение спектральных характеристик отображения на снимках, например при эвтрофировании водоема и т.д.

Представленные в настоящей статье основные подходы к использованию дистанционных методов могут стать важным звеном системы мониторинга за состоянием поверхностных вод и оценки влияния загрязняющих веществ на качество поверхностных вод, используемых населением, для техногенных целей, орошения и т.д. в бассейне р. Иле.

Литература

- 1 Всесторонний анализ окружающей природной среды: Тр. III симпозиума, октябрь 1977. – Ташкент. Л.: Гидрометеоздат, 1978. – С. 21-22.
- 2 Латыпова В.З. Антропогенная нагрузка на бассейны рек / В.З. Латыпова, Е.А. Минакова, Ю.П. Переведенцев // Экологические проблемы малых рек Республики Татарстан. – Казань, 2003. – С. 38-58.
- 3 Katja Dörnhöfer., Natascha Oppelt., Remote sensing for lake research and monitoring – Recent advances. *Ecological Indicators* 64 (2016) 105–122
- 4 Birk S., Ecke, F., The potential of remote sensing in ecological status assessment of coloured lakes using aquatic plants. *Ecol. Indic.* 46, (2014) 398–406.
- 5 Муравьев А. Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. – СПб.: «Крисмас+», 2009. – 220 с.
- 6 Панина М. В. Роль техногенных факторов в формировании гидрохимического режима в бассейне р. Миасс: дис., канд. геогр. наук: 25.00.27 / Панина М.В.; Место защиты: Пермский гос. ун-т. – Пермь, 2006. – 208 с.
- 7 Бондур В.Г. Аэрокосмические методы в современной океанологии // Новые идеи в океанологии. Т. 1. Физика. Химия. Биология. – М.: Наука. 2004. – С. 55–117.
- 8 Бондур В.Г. Основы аэрокосмического мониторинга окружающей среды: Курс лекций. – М.: Московский государственный университет геодезии и картографии. 2008. – 369 с.
- 9 Dekker A.G., Brando V.E., Anstee J.M., Pinnel N., Kutser T., Hoogenboom E., Peters. Imaging spectrometry of water. In: van der Meer, F.D., Jong, S. (Eds.), *Imaging Spectrometry*. Springer, Netherlands, (2002). – Pp. 307–359.
- 10 Matthews M.W. A current review of empirical procedures of remote sensing in inland and near-coastal transitional waters. *Int. J. Remote Sens.* 32, (2011) 6855–6899
- 11 Бондур В.Г., Старченков С.А. Методы и программы обработки и классификации аэрокосмических изображений // Изв. ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2001. – № 3. – С. 118–143.
- 12 Иванов А.Ю. О восстановлении параметров морской среды по данным космических PCA // Исследование Земли из космоса. – 2010. – № 3. – С. 77–92.
- 13 Барсемян А.А. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAR / А.А. Барсемян [и др.]. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – С. 35-41.
- 14 Конобеева В.К., Салтанкин В.П. Экологическое состояние водохранилищ волжского каскада: факты, тенденции. – Екатеринбург, 1997. – 242 с.
- 15 Gómez J.A.D., Alonso C.A., García A.A. Remote sensing as a tool for monitoring water quality parameters for Mediterranean Lakes of European Union Water Framework Directive (WFD) and as a system of surveillance of cyanobacterial harmful algae blooms (SCyanoHABs). *Environ. Monit. Assess.* 181, (2011) 317–334.

- 16 Шайтура С.В. Геоинформационные системы и методы их создания. – М.: изд. МИИГАИК. 1995. – 157 с.
- 17 Эдельштейн К.К. Водохранилища России: экологические проблемы, пути их решения. – М.: ГЕОС, 1998. – 254 с.
- 18 Абросимова Е.М. Изменение гигиенических нормативов качества питьевой воды. Новые проблемы Водоканалов // Водоснабжение и санитарная техника, 2001. – № 1. – С. 6-11.
- 19 Амплеева Г.П. Оптимизация методических основ санитарного надзора за условиями хозяйственно-питьевого водопользования: Автореф. дис.канд. мед. наук. – М., 1997. – 24 с.
- 20 Баженова Т.В. Экологическая безопасность водно-канализационного хозяйства страны // Сборник материалов VIII международного, научно-практ. конф. Пенза, 2005. – С.132-135.
- 21 Vanhellemont, Q., Ruddick, K., Advantages of high quality SWIR bands for ocean colour processing, examples from Landsat-8. *Remote Sens. Environ.* 161, (2015) 89–106
- 22 Schaeffer B.A., Schaeffer K.G., Keith D.J., Lunetta R.S., Conmy R., Gould R.W. Barriers to adopting satellite remote sensing for water quality management. *Int. J. Remote Sens.* 34, (2013) 7534–7544
- 23 BABIN M. and STRAMSKI D. Light absorption by aquatic particles in the near-infrared spectral region. *Limnology and Oceanography*, 47, (2002). – pp. 911–915.
- 24 Gitelson A., Kondratyev K.Y. Optical models of mesotrophic and eutrophic water bodies. *Int. J. Remote Sens.* 12, (1991) 373–385
- 25 Hunter P.D., Tyler A.N., Carvalho L., Codd G.A., Maberly S.C., Hyperspectral remote sensing of cyanobacterial pigments as indicators for cell populations and toxins in eutrophic lakes. *Remote Sens. Environ.* 114, (2010) 2705–2718
- 26 Matthews M.W., Odermatt D. Improved algorithm for routine monitoring of cyanobacteria and eutrophication in inland and near-coastal waters. *Remote Sens. Environ.* 156, (2015) 374–382
- 27 Yuyan C. J., Abduwasit G., Sean H., Traits of surface water pollution under climate and land use changes: A remote sensing and hydrological modeling approach. *Earth-Science Reviews* 128 (2014) 181–195
- 28 Jie Zh., Xuan W., Lixiao Zh., Hongguang Ch., Zhifeng Y., System dynamics modeling of the influence of the TN/TP concentrations in socioeconomic water on NDVI in shallow lakes. *Ecological Engineering* 76, March 2016, Pages 27–35
- 29 Yuchao Zh., Ronghua Ma., Hongtao D., Steven L., Minwei Zh., Jinduo X. A novel MODIS algorithm to estimate chlorophyll a concentration in eutrophic turbid lakes. *Ecological Indicators* 69 (2016) 138–151

References

- 1 Vsestoronniy analiz okruzhayushchey prirodnoy sredy (1978) Tr. III symposium. – Tashkent. L.: Gidrometeoizdat. 21-22. (in Russian)
- 2 Latypova VZ. Antropogennaya nagruzka na basseyny rek / Latypova VZ, Minakova YeA, Perevedentsev YUP (2003) *Ekologicheskiye problemy malykh rek Respubliki Tatarstan. Kazan'* 38-58. (in Russian)
- 3 Katja Dörnhöfer, Natascha Oppelt, (2016) Remote sensing for lake research and monitoring – Recent advances. *Ecological Indicators* 64:105-122.
- 4 Birk S, Ecke F, (2014) The potential of remote sensing in ecological status assessment of coloured lakes using aquatic plants. *Ecol. Indic.* 46, 398–406.
- 5 Murav'yev AG (2009) *Rukovodstvo po opredeleniyu pokazateley kachestva vody polevymi metodami.* SPb.: «Krismas +». 220 s. (in Russian)
- 6 Panina MV (2006) Rol' tekhnogennykh faktorov v formirovaniy gidrokhimicheskogo rezhima v basseyne r. Miass: Dis, kand. geogr. nauk: 25.00.27 / Panina MV, Mesto zashchity: Perm'skiy gos. un-t. Perm'. 208 s. (in Russian)
- 7 Bondur VG (2004) *Aerokosmicheskiye metody v sovremennoy okeanologii // Novyye idei v okeanologii.* T. 1. Fizika. Khimiya. *Biologiya.* M.: Nauka: 55-117. (in Russian)
- 8 Bondur VG (2008) *Osnovy aerokosmicheskogo monitoringa okruzhayushchey sredy: Kurs lektsiy.* – M.: Moskovskiy gosudarstvennyy universitet geodezii i kartografii. 369 s. (in Russian)
- 9 Dekker AG, Brando VE, Anstee JM, Pinnel N, Kutser T, Hoogenboom E (2002) *Peters. Imaging spectrometry of water.* In: van der Meer, F.D., Jong, S. (Eds.), *Imaging Spectrometry.* Springer, Netherlands, pp. 307–359.
- 10 Matthews MW (2011) A current review of empirical procedures of remote sensing in inland and near-coastal transitional waters. *Int. J. Remote Sens.* 32, 6855-6899
- 11 Bondur VG, Starchenkov SA, (2001) *Metody i programmy obrabotki i klassifikatsii aerokosmicheskikh izobrazheniy // Isv. VUZov. Geodeziya i aerofotosyemka.* № 3: 118-143. (in Russian)
- 12 Ivanov AYU (2010) *O vosstanovlenii parametrov morskoy sredy po dannym kosmicheskikh RSA // Issledovaniye Zemli iz kosmosa.* № 3. 77-92. (in Russian)
- 13 Barsegyan AA (2007) *Tekhnologii analiza dannykh.* -SPb.: BKHV-Peterburg, 35-41. (in Russian)
- 14 Konobeyeva VK, Saltankin VP (1997) *Ekologicheskoye sostoyaniye vodokhranilishch volzhskogo kaskada: fakty, tendentsii.* 242. Yekaterinburg, g. (in Russian)
- 15 Gómez JAD, Alonso CA, García AA (2011) Remote sensing as a tool for monitoring water quality parameters for Mediterranean Lakes of European Union Water Framework Directive (WFD) and as a system of surveillance of cyanobacterial harmful algae blooms (SCyanoHABs). *Environ. Monit. Assess.* 181, 317–334.
- 16 Shaytura SV (1995) *Geoinformatsionnyye sistemy i metody ikh sozdaniya.* – M.: izd. MIIGAIK. 157 s. (in Russian)
- 17 Edel'shteyn KK (1998) *Vodokhranilishcha Rossii: ekologicheskiye problemy, puti ikh resheniya.* M.: GEOS, – 254 s. (in Russian)

- 18 Abrosimova YeM (2001) *Izmeneniye gigiyenicheskikh normativov kachestva pit'yevoy vody. Novyye problemy Vodokanalov // Vodoprovodeniye i sanitarnaya tekhnika, -№ 1. 6-11. (in Russian)*
- 19 Ampleyeva GP (1997) *Optimizatsiya metodicheskikh osnov sanitarnogo nadzora za usloviyami khozyaystvenno-pit'yevogo vodopol'zovaniya: Avtoref. dis.kand. med., nauk. M.: 24. (in Russian)*
- 20 Bazhenova TV (2005) *Ekologicheskaya bezopasnost' vodno-kanalizatsionnogo khozyaystva strany // Sbornik materialov VIII mezhdunarod. nauchno-prakt. konf. Penza, 132-135. (in Russian)*
- 21 Vanhellemont Q, Ruddick, K (2015) *Advantages of high quality SWIR bands for ocean colour processing, examples from Landsat-8. Remote Sens. Environ. 161, 89–106*
- 22 Schaeffer BA, Schaeffer KG, Keith DJ, Lunetta RS, Conmy R, Gould RW (2013) *Barriers to adopting satellite remote sensing for water quality management. Int. J. Remote Sens. 34, 7534–7544*
- 23 BABIN M and STRAMSKI D (2002) *Light absorption by aquatic particles in the near-infrared spectral region. Limnology and Oceanography, 47, pp. 911–915.*
- 24 Gitelson A, Kondratyev KY (1991) *Optical models of mesotrophic and eutrophic water bodies. Int. J. Remote Sens. 12, 373–385*
- 25 Hunter PD, Tyler AN, Carvalho L, Codd GA, Maberly SC (2010) *Hyperspectral remote sensing of cyanobacterial pigments as indicators for cell populations and toxins in eutrophic lakes. Remote Sens. Environ. 114, 2705-2718*
- 26 Matthews MW, Odermatt D (2015) *Improved algorithm for routine monitoring of cyanobacteria and eutrophication in inland and near-coastal waters. Remote Sens. Environ. 156, 374 – 382*
- 27 Yuyan CJ, Abduwasit G, Sean H (2014) *Traits of surface water pollution under climate and land use changes: A remote sensing and hydrological modeling approach. Earth-Science Reviews 128 181–195.*
- 28 Jie Zh, Xuan W, Lixiao Zh, Hongguang Ch, Zhifeng Y (2016) *System dynamics modeling of the influence of the TN/TP concentrations in socioeconomic water on NDVI in shallow lakes. Ecological Engineering 76, March, Pages 27-35.*
- 29 Yuchao Zh, Ronghua Ma, Hongtao D, Steven L, Minwei Zh, Jinduo X (2016) *A novel MODIS algorithm to estimate chlorophyll a concentration in eutrophic turbid lakes. Ecological Indicators 69: 138-151.*

¹Хамитова К.К., ²Егемова С.С.,
¹Бауыржан М.

¹Казахский национальный
университет им. аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы

²Центр физико-химических
методов исследования и анализа,
Казахстан, г. Алматы

Определение методом биотестирования токсичности почвы под влиянием фенола

Основными источниками поступления фенолов в окружающую среду являются выбросы автотранспорта, производство фенол-формальдегидных смол, клеев, пластмасс а также металлургические, коксохимические заводы и т.д. Фенол остается в воздухе, почве и воде в течение долгого времени, если большое его количество выбрасывается за один раз, или если происходило большое количество выбросов в течение долгого времени. При разовом выбросе фенола в воздух менее чем через сутки его концентрация в среднем уменьшается вдвое. При попадании в почву фенол выводится через 2-5 суток.

В работе изучено влияние фенола на рост отростков семян редиса. Эксперименты проводились в лабораторных условиях на искусственно загрязненных фенолом образцах почвы. Вычисление степени изменения всхожести семян и длины корня проростков по сравнению с контролем позволило соотнести загрязненные образцы с определенной степенью токсичности. Была установлена закономерность влияния концентрации фенола в почвенных вытяжках на рост растений.

Ключевые слова: фенол, токсичность, почва, редис, экспресс-тестирование.

¹Khamitova K.K., ²Yegemova S.S.,
¹Bauyrzhan M.

¹Al-Farabi Kazakh National University,
Kazakhstan, Almaty

²Center of Physical Chemical Methods
of Research and Analysis, Kazakhstan,
Almaty

Determination of soil toxicity bioassay method under the influence of phenol

The main sources of phenols into the environment are motor vehicle emissions, the production of phenol-formaldehyde resins, adhesives, plastics and steel, coke plants, etc. Phenol is in air, soil and water for a long time if a large amount thereof ejected at a time, or if a large number of emission occurred in a long time. When a one-time release of phenol in the air less than a day, its concentration is halved on average. When injected into the soil phenol output 2-5 days

The paper studied the effect of phenol on the growth of radish seeds sprouting. The experiments were performed in the laboratory on artificially contaminated with phenol soil samples. Calculation of the degree of change in seed germination and seedling root length as compared to control samples allowed to correlate the contaminated with some degree of toxicity. It was established pattern of influence of the concentration of phenol in the soil extracts on the growth of plants.

Key words: phenol, toxicity, soil, radish, express test.

¹Хамитова К.К., ²Егемова С.С.,
¹Бауыржан М.

¹Әл-Фараби атындағы
Қазақ ұлттық университеті,
Қазақстан, Алматы қ.

²Физика-химиялық зерттеу
және талдау әдістері орталығы,
Қазақстан, Алматы қ.

Топырақ улылығына фенол әсерін биотестілеу әдісімен анықтау

Топырақ әлемдегі халық үшін азық-түлік ресурстарының 95-97% қамтамасыз ете отырып, ауыл шаруашылығы және азық-түлік алудың негізгі көзі болып табылады. Топырақтың ластануы топыраққа айтарлықтай әсер етіп отыр, топырақта түрлі улы химиялық қосылыстар бар болып және де олар топырақта ұзақ уақыт сақталып отыр.

Фенол және оның қосылыстары, топырақ және суларды ластайтын негізгі органикалық ластаушылар болғандықтан, оларды контрольға алу керек. Канцерогендік және мутагендік қасиетке ие фенол қауіпті екінші сыныптағы зат болып табылады, тыныс алу жолдарының, жүрек-қан тамырлары аурулары, вегетативті жүйесінің бұзылуына зиян тигізеді.

Бұл жұмыста шалғам тұқымдарының өсуіне фенолдің әсері зерттеледі. Эксперименттер зертханалық ортада фенолмен ластанған топырақ сынамасын алады. Белгілі дәрежеде фенолмен ластанған тұқыммен, еш уыттығы жоқ тұқым үлгісімен, тұқым өнгіштігі және тұқымдардың тамыр ұзындығын салыстыруға болады және оларды есептеуге болады. Бұл өсімдіктердің өсуіне топырақтағы фенол концентрациясы әсер етеді.

Түйін сөздер: фенол, улылық, топырақ, шалғам, экспресс сынақтау.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФЕНОЛА

Введение

Загрязненная почва оказывает отрицательное влияние на здоровье человека. Попавшие в почву токсические химические загрязнители поступают в организм человека главным образом через контактирующие с почвой среды: воду, воздух и растения [1]. Из почвы загрязнители вовлекаются в миграционный процесс и поступают в организм человека по биологическим цепочкам: «почва-растение-человек»; «почва-растение-животное-человек»; «почва-вода-человек»; «почва-атмосферный воздух-человек» [2-3]. Также возможно прямое попадание почвы в организм человека при вдыхании ее частиц, а также при употреблении немывтых овощей и фруктов, на поверхности которых содержатся частицы почвы.

Фенол относится к одним из наиболее важных продуктов химической промышленности. Суммарный объем производства фенола составляет около 10 млн. тонн/год. Он находит широкое применение в производстве полимерных материалов и покрытий, нефтепереработке, а также в медицине в качестве эффективного антисептика [4].

Однако фенол является веществом второго класса опасности, обладающим канцерогенными и мутагенными свойствами, вызывающим поражение дыхательных путей, сердечно-сосудистые заболевания, нарушение вегетативной системы [5]. Фенол и его производные относятся к косновным органическим загрязнителям воды и почвы и подлежат обязательному контролю. Фенол обладает канцерогенными и мутагенными свойствами, вызывает поражение дыхательных путей, сердечно-сосудистые заболевания, нарушение вегетативной системы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) фенола в воздухе рабочей зоны и воде составляют 1 мг/м³ и 1 мкг/л, соответственно. Согласно канадскому руководству по защите почв, ПДК фенола в почве составляет 3,8 мг/кг [3]. Летальная доза LD50 для фенола при пероральном способе для собак, кроликов и мышей составляет 300-500 мг/кг. Минимальная летальная доза для человека – 140 мг/кг [4]. **В мире фенольные соединения относятся к основным органическим загрязнителям воды и почвы и подлежат обязательному контролю [5-6].**

Основными источниками поступления фенолов в окружающую среду являются выбросы автотранспорта, производство фенолформальдегидных смол, клеев, пластмасс, а также металлургические, коксохимические заводы и т.д. [7]. Основными источниками выбросов фенолов в Казахстане являются предприятия химической и нефтехимической промышленности. В настоящий момент доказано присутствие в почвах Казахстана нефтепродуктов, пестицидов, компонентов ракетного топлива, радиоактивных элементов, тяжелых металлов, фенолов, ПАУ, ПХБ и диоксинов [8-17].

Фенол остается в воздухе, почве и воде в течение долгого времени, если большое его количество выбрасывается за один раз или если происходило большое количество выбросов в течение долгого времени [3].

Целью данного исследования было изучение влияния содержания фенола в образцах почв, определение фитотоксичности почв (контактный тест – ISO 11269-2). Принцип методики основан на оценке влияния токсичных компонентов на интенсивность прорастания семян. В качестве тест-объектов использовали семена редиса (*Raphanussativus L.*).

Экспериментальная часть

Экологическая оценка загрязненности почв химическими веществами, в частности фенолом, традиционными аналитическими методами в настоящее время затруднена по ряду причин. Одной из причин отсутствия данных по загрязнению почв фенолом является достаточно сложная и дорогостоящая пробоподготовка, необходимая для его количественного определения. Также химический анализ показывает наличие вредного вещества, но признаки токсичности не регистрируются либо случается наоборот – вредное вещество уже вступило в реакцию с другими соединениями, изменился состав, что приводит к невозможности определения наличия токсиканта в природной среде, тогда как почва остается токсичной. Это накладывает существенные ограничения на количество анализируемых проб и уменьшает эффективность мониторинга.

Поэтому для определения общей токсичности почвы в настоящее время широко используют биологические методы. В частности, методы биотестирования позволяют «интегрально» оце-

нить вред, наносимый содержащимися в почве остатками препаратов и их метаболитами. Данный способ основан на измерении всхожести, средней длины и среднего сухого веса проростков семян выбранных растительных тест-систем. Модельными тест-системами могут служить семена кресс-салата, редиса, пшеницы и др.

В нашем исследовании использовали образцы почвы типа чернозем, семена редиса сорта «Красный круглый с белым кончиком», 250 мл колбы с резиновыми пробками, х. ч. стаканы, бумажные фильтры, чашки Петри, мерный цилиндр, качалка для взбалтывания, весы, вата. Данный сорт растения – «Редис красный с белым кончиком», обладает высокой чувствительностью к токсичным веществам, высокой энергией и быстротой прорастания семян.

Перед экспериментом почва тщательно перемешивалась, освобождалась от корневых остатков и была поделена на 3 равноценных образца. Первый образец приняли за «холостой», два других загрязнили фенолом концентрацией 5 мг/кг и 10 мг/кг соответственно.

Перед загрязнением почвы была прососеяна на сите с прорезями 1 мм, промыта и высушена до постоянной массы при температуре 105°C. Затем, в 100,0 г каждой почвы вносили 2,00 и 4,00 мл раствора фенола в метаноле концентрацией 500 мг/л, после чего добавляли 100 мл метилена хлорида для равномерного распределения фенола по объему почвы. После загрязнения колбы оставляли на несколько дней открытыми под тягой для полного испарения растворителя. В результате загрязнения модельных образцов были получены искусственно загрязненные почвы 5 и 10 мг/кг, соответственно.

Способ изучения влияния токсичности фенола в почве на рост отростка редиса: 100,0 грамм каждого образца почвы вносили в 250 мм-ую колбу со 100 мл водопроводной воды, которую закрывали резиновой пробкой и взбалтывали 2,5 часа на качалке при 60 колебаниях в минуту. После взбалтывания почвенная вытяжка фильтровалась через складчатый бумажный фильтр в чистую колбу. Семена редиса в количестве более 200 шт. помещались в х. ч. стаканы, в которые вносили по 10 мл отфильтрованной почвенной вытяжки с каждого образца. Семена замачивались в течение 48 часов. Примечательно, что уже после двухсуточного замачивания многие семена, особенно первого образца, заметно взошли (рисунок 1).

После замачивания семена раскладывали в чашки Петри на кружки фильтрованной бумаги, помещенной на тонкий слой ваты, на который вносится по 10 мл водопроводной воды. На каждой чашке раскладывали в среднем по 50 семян (рисунок 2). Так как у первого образца почти все семена уже взошли, в целях получения наилучших результатов эксперимента семена разложили в 2 чашки Петри.

Семена проращивались в течение 5 дней при комнатной температуре и естественном освещении (рисунок 3).

По истечении времени проростки измерялись в длину. Так проростки имели неправильную форму, то при измерении их длины неизбежны погрешности (рисунок 4), поэтому они группировались по размеру. Проросшими семенами считались те, у которых корешок прорывает семенную оболочку. У непроросших семян длину корня принимали равной нулю.

Результаты и обсуждения

По кривым рисунка 5 видно, что наибольшая длина проростков образца «чистой» почвенной вытяжки достигает длину до 5 – 9,9 см, тогда как у «загрязненных» образцов 1-4,9 и 0,5-0,9 см соответственно.

Для измерения средней длины проростков каждого образца воспользуемся методом статистического расчета средней величины по «принципу соседа» (таблица 1).

Расчет средней длины проростков по формуле показал следующие значения для 3 образцов – 6,87; 3,80; 1,22 см соответственно. На основании полученных данных рассчитываем значение токсичности почвы, как уменьшение длины корней проростков по сравнению с контролем, выраженное в процентах. Далее строим кривую увеличения токсичности почвы в зависимости от концентрации фенола (рисунок 6).



Рисунок 1 – Семена после замачивания в почвенной вытяжке



Рисунок 2 – Семена до проращивания



Рисунок 3 – Семена после проращивания



Рисунок 4 – Измерение длины проростков

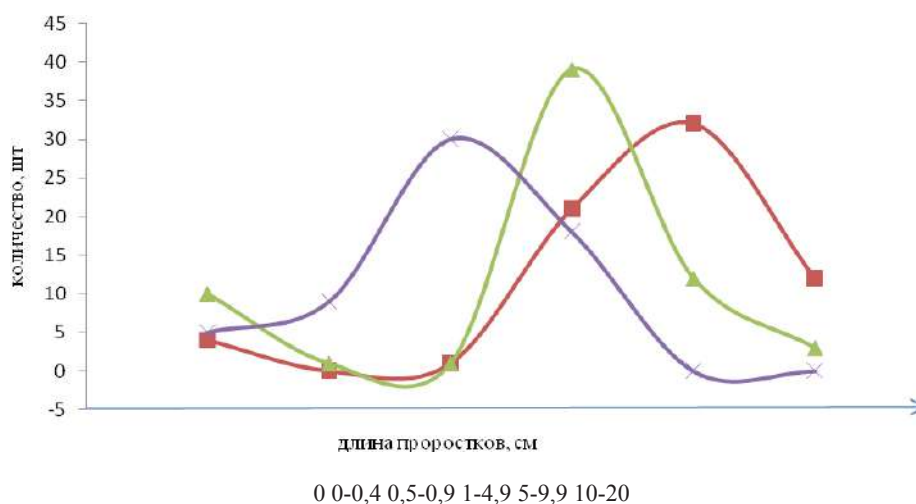


Рисунок 5 – Результаты измерения длины проростков, 1 – «чистая» почва, 2, 3 – загрязненная почва

Таблица 1 – Расчет средней величины проростков по «принципу» соседа

Длина отростков, см	Середина интервала $X_i', см$	Образец 1		Образец 2		Образец 3	
		Количество семян $f_i, шт$	Произведение $X_i'f_i$	Количество семян $f_i, шт$	Произведение $X_i'f_i$	Количество семян $f_i, шт$	Произведение $X_i'f_i$
Непроросшие	0	4	0	10	0	5	0
>0,4	0,2	0	0	1	0,2	9	1,8
0,5-0,9	0,7	1	0,7	1	0,7	30	21
1-4,9	2,95	21	61,95	39	115,05	18	53,1
5-9,9	7,45	32	238,4	12	89,4	0	0
10-20	15	12	180	3	45	0	0
Итого	$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N \delta_i' f_i}{\sum_{i=1}^N f_i}$	70	481,05	64	250,62	62	75,9

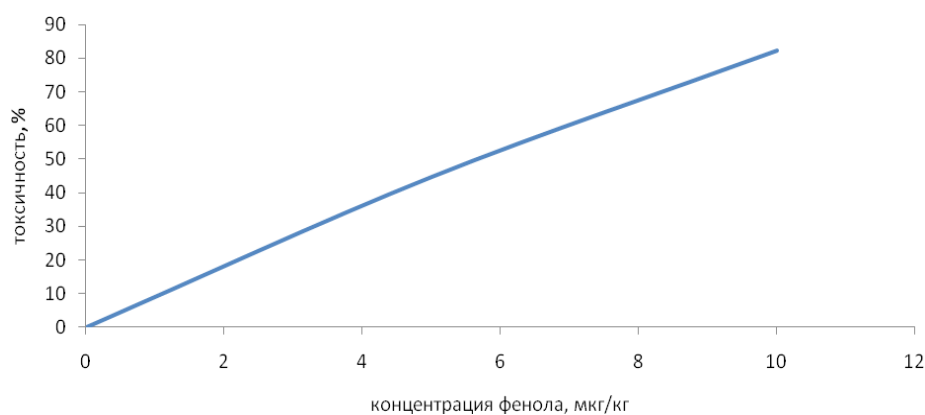


Рисунок 6 – Кривая зависимости токсичности почвы от концентрации фенола

Заключение

Биотестирование почвы в настоящее время имеет важную и существенную роль при контроле состояния объектов окружающей среды. Суть этого метода заключается в определении действия токсикантов на специально выбранные организмы в стандартных условиях с регистрацией различных поведенческих, физиологических или биохимических показателей. Биотестирование широко применяют для контроля качества природных и токсичности сточных вод, при проведении экологической экспертизы новых технологий очистки стоков, при обосновании нормативов ПДК загрязняющих компонентов. Применение биотестирования почвы имеет ряд преимуществ перед физико-химическим анализом, средствами которого часто не удается обнаружить неустойчивые соединения или количественно определить ультрамалые концентрации экотоксикантов. Довольно часты случаи, когда выполненный современными средствами химический анализ не показывает наличия токсикантов, тогда как использование биологических тест-объектов свидетельствует об их присутствии в исследуемой среде. Биотестирование

дает возможность быстро получить интегральную оценку токсичности, что делает весьма привлекательным его применение при скрининговых исследованиях.

Тест-объекты обычно выбирают среди наиболее чувствительных к загрязняющим компонентам видов. Нами был проведен тест-анализ на семенах редиса в искусственно зараженных образцах почвах. Несмотря на высокий процент всхожести семян в обрабатываемых почвенных образцах (84 и 91 %), тем не менее, такая почва является токсичной. Достоверной считается токсичность в 20% и более. Такая токсичность по биотесту при сравнении с калибровочной шкалой растворов пестицидов соответствует их количеству, превышаемому остаточность препарата, определенную химическим методом, в 3 и более раз [18]. По данной кривой на рисунке 6 можно определить, что почва становится токсичной при концентрации фенола более 2 мкг/кг. Однако, как известно, использование для биотестирования и биоиндикации одного вида растения не дает полного достоверного значения. Поэтому в дальнейшем планируется продолжить исследование в заданном направлении на других видах растений.

Литература

- 1 Report I. Science for Environment Policy IN-DEPTH REPORT Soil Contamination: Impacts on Human Health // *Sci. Environ. Policy*. – 2013. – no. 5. – PP. 1–29.
- 2 Колушаева А.Т. Оценка современного состояния экологических проблем связанных с загрязнением почвенной системы // *Матер.международ. науч. конф. «Экономика, право, культура во время общественных преобразований»*. – Алматы, 2010. – С. 186–187.
- 3 Козыбаева Ф. Почвы Казахстана. Проблемы и пути их решения. <http://dknews.kz/pochvy-kazahstana-problemy-i-puti-ih-resheniya> 03.07.2014.
- 4 Michałowicz J. and Duda W. Phenols – Sources and toxicity // *Polish J. Environ. Stud.* – 2007. – Vol. 16, no. 3. – PP. 347–362.
- 5 Toxicology profile for phenol – Anlanta: U.S. Deptment of health and human services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2008.
- 6 Приложение 3 к приказу Министра национальной экономики Республики Казахстан №168 от 28.02.2015 «Об утверждении Гигиенических нормативов к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах».
- 7 Mahugo Santana C., Sosa Ferrera Z., Esther Torres Padrón M. and Juan Santana Rodríguez J. Methodologies for the extraction of phenolic compounds from environmental samples: new approaches // *Molecules*. – 2009. – Vol. 14, no. 1. – PP. 298–320.
- 8 Егемова С.С., Кенесов Б.Н., Наурызбаев М.К., Мусина З.М. определение среднелетучих органических загрязнителей в почве методом твердофазной микроэкстракции: обзор // *Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия химии и химической технологии*. – 2014. – № 5. – С. 27–33
- 9 Егемова С.С. Совершенствование методологии количественного определения органических загрязнителей в почве методом твердофазной микроэкстракции: дисс. ... PhD: 6D060600 / КазНУ им. аль-Фараби. – Алматы, 2015. – 97с.
- 10 Cristina Mahugo Santana, Zoraida Sosa Ferrera, M. Esther Torres Padrón and José Juan Santana Rodríguez. Methodologies for the extraction of phenolic compounds from environmental samples // *New Approaches; Molecules*. – 2009. – Vol.14. – P. 298–320.
- 11 Ohlenbusch G., U. Kumke M., Frimmel F. Science of the total environment. chapter“Sorption of phenols to dissolved organic matter investigated by solid phase microextraction”. – 2000. – P.63–74.
- 12 Robert E. Shirey. Optimization of extraction conditions and fiber selection for semivolatleanalytes using solid-phase microextraction // *Journal of Chromatographic Science*. – 2000– Vol.38. – P.279–288.

- 13 Poerschmann J., Zhang Z., Kopinke F., Pawliszyn J. Solid phase microextraction for determine the distribution of chemicals in aqueous matrices // *Analytical Chemistry*. – 1997. – Vol. 69. – P. 597-600.
- 14 Bartak P., Cap L. Determination of phenols by solid-phase microextraction // *J.Chromatogr. A*. – 1997. – Vol. 767. №1-2. – P. 171-175.
- 15 Möder M., Schrader S., Franck U., Popp P. Determination of phenolic compounds in waste water by solid-phase microextraction // *Fresenius' Journal of Analytical Chemistry*. – 1997. – P. 326-332.
- 16 Furong Z., Xiujuan Li, Zhaorui Zeng *Analytica*. Determination of phenolic compounds in wastewater samples using a novel fiber by solid-phase microextraction coupled to gas chromatography // *ChimicaActa*. – 2005. – P. 63–70.
- 17 Porschmann, J., Kopinke, F., Pawliszyn, J. SPME for Determining the binding state of organic pollutants in contaminated water rich in humic organic matter // *J. Chromatogr. A* – 1998. – Vol.816. – P.159-167.
- 18 Воробьев С. Экспресс-метод анализа почвы на общую токсичность // *Уфоком*. – 2010.

References

- 1 Report I. Science for Environment Policy IN-DEPTH REPORT Soil Contamination: Impacts on Human Health // *Sci. Environ. Policy*. – 2013. – no. 5. – PP. 1–29.
- 2 Kulushpaeva A.T. Evaluation of the current state of environmental problems related to pollution of soil systems // *Mater. Intern. scientific. Conf. «The economy, law, culture in social transformation»*. – Almaty, 2010. – С. 186-187. (In Russian)
- 3 Kozybayev F. Soils of Kazakhstan. Problems and their solutions. <http://dknews.kz/pochvy-kazahstana-problemy-i-puti-ih-resheniya> 03.07.2014. (In Russian)
- 4 Michałowicz J. and Duda W. Phenols – Sources and toxicity // *Polish J. Environ. Stud.* – 2007. – Vol. 16, no. 3. – PP. 347–362.
- 5 Toxicology profile for phenol – Atlanta: U.S. Department of health and human services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2008.
- 6 Annex 3 to the Order of the Minister of National Economy of the Republic of Kazakhstan №168 from 28.02.2015 «On the approval of hygienic standards for atmospheric air in urban and rural areas.»
- 7 Mahugo Santana C., Sosa Ferrera Z., Esther Torres Padrón M. and Juan Santana Rodríguez J. Methodologies for the extraction of phenolic compounds from environmental samples: new approaches // *Molecules*. – 2009. – Vol. 14, no. 1. – PP. 298–320.
- 8 Egemova SS, Kenesov BN, Nauryzbaev MK., Mussina Z.M. Definition of moderately organic pollutants in the soil by solid-phase microextraction: a review // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Chemistry and Chemical Technology*. – 2014. – № 5. – pp 27-33 (In Russian)
- 9 Egemova S.S. Improvement of the methodology of the quantitative determination of organic contaminants in the soil by solid-phase microextraction: diss. ...RhD: 6D060600 / KazNU. Al-Farabi. – Almaty, 2015. – 97с. (In Russian)
- 10 Cristina Mahugo Santana, Zoraida Sosa Ferrera, M. Esther Torres Padrón and José Juan Santana Rodríguez. Methodologies for the extraction of phenolic compounds from environmental samples // *New Approaches; Molecules*. – 2009. – Vol.14. – P.298-320.
- 11 Ohlenbusch G., U. Kumke M., Frimmel F. Science of the total environment. chapter “Sorption of phenols to dissolved organic matter investigated by solid phase microextraction”. – 2000. – P.63–74.
- 12 Robert E. Shirey. Optimization of extraction conditions and fiber selection for semivolatilanalytes using solid-phase microextraction // *Journal of Chromatographic Science*. – 2000– Vol.38. – P.279-288.
- 13 Poerschmann J., Zhang Z., Kopinke F., Pawliszyn J. Solid phase microextraction for determine the distribution of chemicals in aqueous matrices // *Analytical Chemistry*. – 1997. – Vol.69. – P.597-600.
- 14 Bartak P., Cap L. Determination of phenols by solid-phase microextraction // *J.Chromatogr. A*. – 1997. – Vol. 767. №1-2. – P.171-175.
- 15 Möder M., Schrader S., Franck U., Popp P. Determination of phenolic compounds in waste water by solid-phase microextraction // *Fresenius' Journal of Analytical Chemistry*. – 1997. – P.326-332.
- 16 Furong Z., Xiujuan Li, Zhaorui Zeng *Analytica*. Determination of phenolic compounds in wastewater samples using a novel fiber by solid-phase microextraction coupled to gas chromatography // *ChimicaActa*. – 2005. – P.63–70.
- 17 Porschmann, J., Kopinke, F., Pawliszyn, J. SPME for Determining the binding state of organic pollutants in contaminated water rich in humic organic matter // *J. Chromatogr. A* – 1998. – Vol.816. – P.159-167.
- 18 S. Vorobiev Express soil analysis method to the overall toxicity // *Ufokom*. 2010. (In Russian)

3-бөлім
**БИОЛОГИЯЛЫҚ
АЛУАНТҮРЛІКТІ САҚТАУДЫҢ
ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

Раздел 3
**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СОХРАНЕНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ**

Section 3
**ACTUAL PROBLEMS
OF BIODIVERSITY CONSERVATION**

¹Брагин Е.А.,
^{1,2}Брагина Т.М., ¹Рулёва М.М.,
¹Демесенов Б.М.,
¹Ильяшенко М.А.

¹Костанайский государственный педагогический институт, Казахстан Республикасы, г. Костанай
²Южный федеральный университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Состояние популяций и динамика численности дрофы (*Otis tarda*) и стрепета (*Otis tetrix*) в Костанайской области

Дрофа и стрепет являются знаковыми видами казахстанских степей. Многочисленные еще в середине прошлого века популяции этих птиц к началу 1970-х гг. оказались на грани полного исчезновения. Материалом для данного сообщения послужили многолетние наблюдения в Наурзумском заповеднике и на сопредельных территориях в 1977–2015 гг. и на территории Костанайской области в 1998–2015 гг., а также литературные данные. Приводятся сведения о динамике численности дрофы и стрепета в Костанайской области, факторах, повлиявших на снижение численности, и современном состоянии популяций. В настоящее время численность стрепета полностью восстановилась. В 2000 – 2014 гг. его численность изменялась от 10,0 – 59,3 особей на 100 км маршрута с максимумом в 39,2 – 59,3 особей / 100 км на залежных землях, самая низкая плотность 10,1 – 21,4 особей на 100 км маршрута наблюдалась в песчано-ковыльной степи. Популяционная динамика с конца 1990-х гг. характеризовалась в целом некоторым уменьшением численности, но в различных типах степей она носила разнонаправленный характер. После 2012 г. наблюдался быстрый рост населения стрепета, что, вероятно, связано с появлением массы стадных саранчовых. Ситуация с дрофой совершенно иная. Численность этого вида в течение последних 40 лет поддерживается на чрезвычайно низком уровне, без видимых изменений.

Ключевые слова: дрофа, Костанайская область, популяции, стрепет, численность.

¹Bragin E.A.,
^{1,2}Bragina T.M., ¹Ruleva M.M.,
¹Demessenov B.M.,
¹Ilyashenko M.A.

¹Kostanay State Pedagogical Institute, Kazakhstan, Kostanay
²Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

The status and dynamics of populations of the Great Bustard (*Otis tarda*) and the Little Bustard (*Otis tetrix*) in Kostanai Region

The Great Bustard and the Little Bustard are emblematic species of Kazakh steppes. Populations of these birds were numerous in the middle of the last century but in the early 1970's they fare on the brink of extinction. This paper is based on a long-term observation in Naurzum Reserve and adjacent territories in 1977–2014 and on territory of Kostanai Region in 1998–2014, as well as literature data. The paper provides information on the population dynamics of the Great Bustard and the Little Bustard in Kostanai region, the factors influenced on decline in their numbers, and the current state of their populations. Population dynamics of Little Bustard during the end of 1990th and until 2010 characterized by decreasing of its density, that was most visible in feather-grass steppe. In 2006–2012 the number of Little Bustard varied from year to year, but dynamics from habitat to habitat had sometimes different trend. Since 2012, experienced rapid population growth, which was probably due to the appearance of the gregarious locust forms. The situation with the Great Bustard is absolutely different. The number of this specie in the past 40 years is maintained at an extremely low level, without visible changes.

Key words: Great Bustard, Kostanai Region, Little Bustard, populations, number.

¹Брагин Е.А.,
^{1,2}Брагина Т.М., ¹Рулёва М.М.,
¹Демесенов Б.М.,
¹Ильяшенко М.А.

¹Костанай мемлекеттік педагогикалық институты, Қазақстан, Қостанай қ.
²Оңтүстік федералдық университеті, Ресей, Ростов-на-Дону қ.

Қостанай облысының дуадақ (*Otis tarda*) пен безгелдек (*Otis tetrix*) сандарының динамикасы мен популяцияларының жағдайы

Дуадақ пен безгелдек Қазақстан далаларының маңызды түрлері болып табылады. Өткен ғасырдың ортасында кең таралған осы түрлерге 1970 жылдарда мүлдем қырылып кету қаупі төнген болатын. Осы мәлімдеменің негізгі материалы ретінде авторлардың Науырзым қорығы мен шекаралас аймақтарда 1977–2014 жылдардағы және Қостанай облысындағы 1998–2014 жылдардағы өткізілген көпжылдық бақылаулары мен әдеби деректерді өңдеу негіз болды. Осы жұмыста Қостанай облысының дуадақтары мен безгелдектердің сандарының динамикасы, санының азаюына әсер еткен факторлар, олардың және қазіргі кездегі популяцияларының жағдайы туралы мағлұматтар келтірілген. XX ғасырдың бірінші жартысында, Науырзым далаларының әртүрлі мекенжерлерінде дуадақ пен безгелдектер популяцияларының тығыздығы 1 шаршы шақырымға 1,6–4,9 және 1,0–2,8 дара аралығында болды. 1950 жылдардың екінші жартысы мен 1960 жылдарындағы олардың сандарының күрт төмендеуі ауқымды тың игеруге байланысты. Бірақ, 1980 жылдардың ортасында, кеңес одағының ауылшаруашылығы өз шыңына жеткен кезінде, химикаттарды қолданып және тың жерлерді игеруді жалғастырған кезде безгелдектердің сандарының қалпына келуі басталды. Дуадақтардың жағдайы мүлдем өзгеше. Олардың популяциясы соңғы 40 жыл бойы, ешбір өзгеріссіз, төмен деңгейде болып келеді.

Түйін сөздер: безгелдек, дуадақ, жалпы саны, Қостанай облысы, популяциялар.

**СОСТОЯНИЕ
ПОПУЛЯЦИЙ
И ДИНАМИКА
ЧИСЛЕННОСТИ
ДРОФЫ (*OTIS TARDA*)
И СТРЕПЕТА
(*OTIS TETRA*)
В КОСТАНАЙСКОЙ
ОБЛАСТИ**

Введение

Дрофа и стрепет являются наиболее знаковыми видами казахстанских степей. Многочисленные еще в середине прошлого века популяции этих птиц к началу 1970-х гг. оказались на грани полного исчезновения. Вряд ли можно найти еще какие-то виды, испытавшие столь драматичное падение численности в период освоения целинных и залежных земель.

Массовая распашка целинных земель началась в середине 1950-х гг., последняя волна, охватившая южные сухие и опустыненные степи, стартовала в конце 1970-х – начале 1980-х годов. В эти годы в северных районах области распашка составляла от 50% до 75% и более, в зависимости от характера почв, в сухих степях – 15 – 30% [1]. В условиях кризиса конца 1980-х – 1990-х гг. малопродуктивные пашни стали выводиться из оборота, в некоторых районах площадь пахотных земель сократилась в 2 и более раз.

Начиная с 2000 г., залежи стали повторно осваиваться, их площадь по области к 2004 г. сократилась с 8,8% до 2,9% от общей площади земель. В настоящее время в составе залежей остались лишь малопродуктивные площади на солонцеватых почвах и подверженных эрозии склонах.

Материалы и методы

Материалом для данного сообщения послужили многолетние наблюдения, проводимые в Наурзумском заповеднике и на сопредельных территориях с 1977 года. Начиная с 1997 г., экспедиционные работы в рамках различных проектов выполнялись в большинстве районов Костанайской области. Основным методом служили маршрутные учеты с автомобиля, широко использовавшиеся в исследованиях в 1930 – 1960-е гг. и позднее [2-5]. На территории Наурзумского заповедника и в сопредельных районах проводились также площадочные учеты численности токующих самцов [6].

Для анализа популяционной динамики в период 1930-1970-е гг. были использованы материалы исследований степных птиц, выполнявшиеся в Наурзумском заповеднике в 1930-е

– 1940-е гг. [7, 8, 2, 9], и затем во второй половине 1950-х – 1960-х гг. при проведении зоогеографических работ на территории всей Костанайской области [4, 5, 3].

Результаты и обсуждение

В 1930-е – 1940-е гг. стрепет характеризовался как многочисленный гнездящийся вид Наурзумских степей [8-9]. Населяя различные типы степных формаций, стрепеты с наибольшей плотностью встречались в ковыльных степях на легких песчаных и супесчаных почвах. В 1936-1940 гг. средняя численность в песчано-ковыльных степях составляла 0,74 особи/1 км², изменяясь по годам от 0,51 до 1,22 особей, в песчано-ковыльной степи с зарослями кустарников она была несколько выше – 0,93 особи/1 км² (0,64-1,42), в комплексной степи – 0,04 особи/1 км² (0,01-0,04), на пырейных понижениях – 0,17 особей/1 км² (0,14-0,28) и на залежах – 0,31 особи/1 км² (0,23-0,47). Динамика численности, наблюдаемая в эти годы, связывалась с изменениями погодных условий. Длительные депрессии, после которых численность восстанавливалась в течение нескольких лет, объяснялись массовой гибелью в суровые и многоснежные зимы на местах зимовок [10]. Кроме того, численность снижалась в засушливые годы, но при этом изменения в разных типах местообитаний не были одинаковыми [2]. В 1935 г. стрепет концентрировался главным образом на участках комплексных типчаково-полынных степей, окружающих озера Сары-Моин, Байназар-Копя, Жарколь и на склонах Тургайского плато около пос. Шийли. В 1938 г. наибольшая численность наблюдалась в разнотравно-песчано-ковыльных степях в районе Сыпсына.

Как же изменились распространение и численность стрепета за время освоения целинных степей? В июне – июле 1936 г. в разнотравно-песчаноковыльных степях Наурзумского заповедника численность стрепета составляла 28,5 особей на 100 км маршрута. Средняя численность на 1 км² площади в 1936 – 1938 гг. достигала 2,8 особей, на пырейных лугах – 2,0 особи, на залежах – 1,0 особей. Для 1940-х гг. конкретных данных нет, очевидно, она была не ниже, поскольку за весь период 1930-1940-х гг. статус стрепета определялся как многочисленный гнездящийся вид [9]. Но уже в 1961, 1963 гг., при проведении специальных учетов степных птиц на тех же участках, стрепет не встречен ни разу, а в целом по региону средних степей на 2907 км

маршрутов было отмечено лишь 3 птицы, т.е. около 0,1 на 100 км [3]. На территории Наурзумского заповедно-охотничьего хозяйства за все лето 1963 г. специалистами проводившей обследование московской охотустроительной партии стрепет был встречен всего 4 раза в урочище Жарман и, как указано в отчете, определенно не гнезвился.

Аналогичная ситуация была и в других районах области. В наиболее освоенных северных степях (от границы области до широты оз. Кушмурун и Аманкарагайского бора) и наименее освоенных южных сухих степях (от Наурзума до оз. Сарыкопа) было отмечено по 2 особи, что при протяженности маршрутов 2907 км и 2150 км составило 0,07 и 0,09 особей на 100 км. На маршруте в 747 км в полупустыне Торгая численность составляла 0,27 особей/100 км [3].

За 15 месяцев маршрутных работ протяженностью 12,5 тыс. км в 1962-1968 гг. встречено лишь 8 стрепетов: шесть птиц – в июне 1963 и 1964 гг. и июле 1965 г. в окрестностях с. Дамды на юге Наурзумского района, 1 птица – в Федоровском районе и 1 – у северной опушки Аманкарагайского бора [4]. В 1971-1972 гг. на маршрутах в северной половине области, включая Наурзум, стрепет не встречен ни разу.

Немногим лучше была ситуация в опустыненных степях юга области. В бассейнах рек Торгай и Улы-Жиланшик в мае-июне 1965 г. на 3000 км видели 7 стрепетов. Лишь в одном месте на подгорных равнинах Улутау, у метеостанции Брали, на маршруте 50 км отметили 9 птиц [5]. Холмистые типчаково-ковыльные степи этого района, видимо, оставались последним местом в области, где стрепет был относительно обычен. В засушливые 1965-1966 гг. он встречался здесь довольно редко, в 1967 г. на 30 км между метеостанцией и оз. Обалы видели 2-х птиц, в 1967 г. учитывали до 5 птиц, а в мае 1972 г. подняли 9 птиц.

В мае 1970 г. на маршруте от г. Костанай через Наурзум и оз. Сарыкопа до с. Амангельды и маршрутах в июне-июле в опустыненных степях междуречья рек Торгай и Улы-Жиланшик, от возвышенности Жиланшик-Турме до оз. Жаман-Акколь, стрепет был встречен всего один раз. Встреча была отмечена в Наурзуме, в разнотравно-песчаноковыльной степи у западной опушки Наурзумского бора. Таким образом, крайне низкая численность по всей территории области свидетельствует о полном крахе популяции стрепета в Северном Казахстане уже на первых этапах освоения целинных земель.

В очерке, посвященном данному виду, численность Северо-Казахстанской популяции, выделяемой на территории Костанайской и западной части Акмолинской областей, в 1930-е гг. определялась как тысячи особей, в начале 1970-х – около 400 особей, в начале 1980-х уже около 100 особей [11]. Приведенные цифры не более, чем экспертные оценки, но они показывают реальную динамику изменений.

В Наурзуме в 1970-е гг. стрепет практически исчез, единичные встречи в заповеднике отмечались раз в 2-3 года. В условиях экстенсивного развития сельского хозяйства, в том числе продолжающейся распашки оставшихся целинных степей, надежд на изменение ситуации было мало. Однако, в начале 1980-х гг. встречи стали происходить все чаще, а со второй половины десятилетия начался прогрессирующий рост численности, позволяющий говорить о восстановлении популяции стрепета в регионе [12-14].

В первые годы стрепет встречался почти исключительно на участках разнотравно-песчаноковыльных степей и значительно реже в комплексных степях на пологих склонах котловины оз. Сарымоин. Позднее, с ростом численности, он стал заселять и другие природные биотопы, а с 1989-1990 гг. пошел на

залежи и поля, засеянные житняком, в которых в отсутствие ухода появлялись полынь и виды разнотравья. Численность устойчиво росла до середины 1990-х гг., после чего стабилизировалась, при этом происходили изменения в характере распределения стрепета по биотопам. В годы максимальной численности плотность стрепета несколько превышала соответствующие показатели 1930-х годов. В мае – июне 1995-1997 гг. в разнотравно-песчаноковыльных степях средняя численность составляла от 3,3 до 5,2 птиц на 10 км, в среднем чуть больше, чем в 1936, 1938 гг. – 4 птицы/10 км [3]. Данные маршрутных учетов по основным местообитаниям, представленные в таблице 1, показывают характер изменений численности за период наблюдений. В 1996-2000-е гг. максимальная численность – 90,9 особей/100 км отмечалась на залежах и житняковых полях, минимальная – 10,5 особей/100 км в комплексных степях. В зональных типчаково-ковыльковых степях и разнотравно-красноковыльных кустарниковых степях, сохранившихся в верхней части склонов Тургайского плато, стрепеты концентрировались по границе с бурьянистыми залежами и посевами. Особенно это было заметно в засушливые годы.

Таблица 1 – Численность стрепета на маршрутах в районе Наурзумского заповедника в 1936-2014 гг. (число особей на 100 км)

Годы/биотоп	Песчано-ковыльные степи	Зональные степи	Комплексные степи	Залежи, поля, засеянные житняком
1936, 1938	28,5		1,0*	1,0*
1960-1962	0	0	0	0
1985-1990	39,9 (29,8-50)	8,3 (6,3-12,5)	11,4 (7,1-15,6)	
1991-1995	37,8 (22,2-53,3)	нет данных	11,4 (10,8-1,9)	37,5 (25-47,8)
1996-2000	23,5 (15,3-33,8)	17,1 (5,6-27,6)	10,5 (4,9-25,9)	90,9 (51,9-99,5)
2001-2005	19,9 (8,0-37,5)	25,6 (6,3-26,3)	40,9 (4,5-85,7)	46,6 (39,3-51,9)
2006-2010	10,1 (4,1-18,0)	11 (10,0-12,5)	20,2 (1,9-53,3)	39,2 (26,9-55,6)
2011-2014	21,4 (14,3-35,7)	нет данных	10 (4,5-26,3)	59,3 (34-104,3)

1936, 1938 и 1960-1962 гг. – данные В.Ф. Рябова [2, 3];

* – число особей на 1 км²

В конце 1990-х гг. и первой половине 2000-х произошло заметное снижение численности, особенно в разнотравно-песчаноковыльных степях, но в зональных и комплексных степях численность выросла, а на залежах и житняковых полях, несмотря на почти двукратное

снижение, она оставалась максимальной. В 2006-2010 гг. численность в целом была относительно не высокой, но сильно варьировала по годам и по отдельным биотопам, причиной, видимо, были засушливые годы и отсутствие в достаточном количестве прямокрылых. Резкий

рост численности наблюдался с 2012 г., когда в районе произошла вспышка стадной формы итальянского пруса.

По учетам токующих самцов наибольшая численность – 7-8 особей на 1 км² отмечена в 1994 г. на клетках житняка в охранной зоне заповедника, в разнотравно-песчаноковыльной степи учитывали 5-6 особей, на залежах – 1-3 особей/км² [6]. В мае 1998 г. в разнотравно-песчаноковыльных степях учитывали 3,8 токующих самцов на 1 км², в 2003 г. – 2,5-3,8 особей, в 2007 г. – 1,3, в 2012 г. – 2,5, в 2013-2014 гг. – 3,8 особей/км². В комплексных степях котловины оз. Сарымоин в 1999 и 2014 гг. средняя численность составляла 5,1 особей/км², в 2001 г. в таких же степях восточнее оз. Большой Аксуат – 3,8 особей/км². На залежах и полях, засеянных житняком, в мае 1999 г. учитывали 3,8 токующих самцов/км², в 2003 и 2007 гг. – 5,1, в 2011 г. – 3,8-5,1, в 2012 и 2014 гг. – 5,1 самцов/1 км².

В конце 1990-х – начале 2000-х гг. стрепет встречался во всех районах Костанайской области, преимущественно на участках ковыльных степей, фрагментарно сохранившихся вдоль склонов речных долин, в Торгайской ложбине и долине р. Убаган, в озерных котловинах и вокруг лесных массивов. Реже он отмечался на пастбищах и сенокосах, засеянных житняком, и на старых залежах. В целом численность стрепета в северной половине области ниже, чем в Наурузуме. Вдоль восточного берега оз. Тениз, в нижней части долины р. Убаган, 23.06.2004 г. на 12 км встречен 1 самец, в средней части долины Убагана, близ оз. Шошкалы, 20.09.2000 на 18 км учтено 3 особи. Самец и пара отмечены 23.06.2002 г. на склонах долины р. Тобол в районе с. Надеждинка. В Сарыкольском (Урицком) районе 1 самец отмечен 24.06.2004 г. близ оз. Бозшаколь.

Обычен стрепет на житняковых полях в окрестностях бора Казанбасы (18.06.1999 г. – 2 самца на 16 км, 8.06.2003 и 20.07.2005 гг. – 1 самец на 9 км, 31.07.2007 г. – 3 самца), на ковыльных участках и полях вокруг бора Аманкарагай (14.5.1998 г. – три самца на 27 км вдоль южной опушки, 12.06.2013 г. – 4 самца). Примерно с такой же плотностью он встречается всюду по пастбищам и сенокосам к югу от Аманкарагай и оз. Кушмурун. На залежах в районе оз. Кушмурун 9.10.1999 г. встречено 7 особей на 17 км, южнее по шлейфу песчаного массива Кумагаш, в правобережье р. Убаган 21.06.2002 г. на 10 км встречено 2 самца и 1 самка.

На западе области стрепет широко распространен в Камыстинском районе, где сохранились большие массивы песчаноковыльных степей. Западнее оз. Кулыкколь на 16 км залежей по 2 особи встречались 24.05.2001 г., 28.06.2002 г. и 26.06.2004 г. На 28 км по полям и залежам от оз. Кулыкколь до с. Уркаш 10.06.2000 г. встречена 1 птица, 30.09.2002 г. там же встречались группы по 3-4 особи, всего 14 птиц, 2.10 – 30 птиц и стая из 29 особей – в степи у оз. Батпакколь, 12.10 встречено 15 особей.

В южных сухих степях на 120 км маршруте в июне 1986 г. стрепет был отмечен лишь однажды – на пырейных лугах близ оз. Сарыкопа. Через 10 лет, в сентябре 1997 г., по восточной стороне оз. Сарыкопа на сухих низкотравных пырейных лугах и в тырсовой и тырсово-попынной степи он встречался с численностью 7,9 птиц на 10 км маршрута. Там же 17.09.2007 г. на 37 км супесчаных ковыльных степей и пырейных лугов отмечено 3 стаи 12, 7 и 10 особей.

В центральной и западной частях междуречья рек Торгай и Улы-Жиланшик стрепет обитает на полого-волнистых шлейфах песчаных массивов с попынно-типчаково-тырсовыми степями и достаточно редок. На 95 км по маршруту Аманельды – Рахмет 5.05.2004 г. встречена 1 птица, 9.05.2013 г. – 2 самца. На маршруте от Рахмета до Айыркума по правому берегу р. Улы-Жиланшик 5.05.2007 г. отмечено 4 стрепета (1,5 на 10 км), 10.05.2013 г. – 4 самца и пара, 12.05 – 2 самца.

Вместе с тем, на границе северных пустынь в 2004 г. стрепет оказался обычным на Шалкар-Нурином плато к юго-западу от низовий р. Улы-Жиланшик. Здесь, на 60 км маршруте через попынно-биоргуновую пустыню, 25 мая учтено 17 птиц (28,3/100 км). Встречались они на участках с большими пырейными понижениями, только на двух 5-километровых отрезках с несколькими понижениями было встречено 7 и 4 токующих самца. Южнее, при пересечении восточной части Шалкар-Тенизской котловины на 57 км маршруте от р. Тегене до оз. Акколь, стрепет встречен лишь один раз, 20.06.2005 г. у подножия Атанбасчинка.

Таким образом, стрепет, почти исчезнувший в Костанайских степях уже после первого десятилетия освоения целинных и залежных земель, стал восстанавливать свою численность в период максимального развития сельского хозяйства. С ростом численности в природных биотопах он расселился на залежи и житняковые поля, где сейчас наблюдается его наибольшая плотность.

К середине 1990-х гг. численность популяции, вероятно, превысила уровни 1930-1940-х годов.

Ситуация с дрофой до начала 1980-х гг. почти зеркально отражала то, что происходило со стрепетом. В Наурзумских степях в 1930-1940-е гг. численность дрофы лишь немногим уступала, а в некоторых биотопах даже превышала численность стрепета. В июне – июле 1936 г. в разнотравно-песчаноковыльных степях встречалось в среднем 20 особей на 100 км маршрута, на 1 км² численность в 1936, 1938 гг. достигала 1,6 особей, на пырейных лугах – 4,9 особи/1 км², на залежах – 3,1 особей/км². В 1961, 1963 гг. на тех же участках дрофа встречалась только на пырейных лугах с плотностью 0,5 особей/1 км², а в целом по региону средних степей на 2907 км маршрутов отмечено лишь 3 птицы, т.е. около 0,1 особей/100 км [3]. Такая же встречаемость была зарегистрирована на маршрутах в северных и южных степях. В 1962-1968 гг. на маршрутах протяженностью 12,5 тыс. км в северной части области, было отмечено лишь 2 встречи: у с. Дамды, на юге Наурзумского района, и в верховьях Убагана. На маршрутах в 1971-1972 гг. дрофа не встречена ни разу [4].

На юге, в опустыненных степях Тургай-Улыжиданшикского междуречья, дрофа сохранялась несколько дольше. В 1961, 1963 гг. на маршрутах в 747 км встречено 4 дрофы, т.е. 0,5 особи на 100 км [3]. На восточной окраине песков Аккум в правобережье среднего течения р. Улыжиданшик в августе 1962 г. на 110 км встречено 5 дроф [4]. В 1965-1966 гг. дрофа была очень редкой, встречаясь в типчаково-ковыльных степях и на пырейных лугах вокруг озер и соров [5]. В июне 1970 г. на маршрутах в районе песков Аккумы было встречено 2 выводка. Одну птицу в середине мая 1971 г. наблюдали в районе метеостанции Брали [4].

В Наурзуме летом 1963 г. за время работы охотустроительной партии дрофа обнаружена не была и не встречалась на территории уже несколько лет. В 1965-1970-е гг. зарегистрирована лишь 1 встреча, в 1970-е – три, в 1980-е – две, причем все встречи происходили в одних и тех же местах: ковыльные степи и пырейные луга в ложбине Карт, ее западные склоны к югу от с. Буревестник и степи к югу от с. Дамды. К северу от Наурзума известна лишь одна встреча из Аулиекольского (Семиозерного) района.

Во второй половине 1980-х гг. были ожидания, что вслед за восстановлением стрепета начнется рост численности и у дрофы. К сожалению, они не оправдались. При этом из несколь-

ких очагов, известных еще в 1970-е гг., изредка продолжали поступать сообщения о встречах дроф и даже выводков. В 1994 г. из-под Буревестника привезли самку с развитыми наседными пятнами, разбившуюся о провода. В 2000 г. у западных склонов ложбины Карт отмечены 2 выводка, трех дроф, вероятно выводок, видели в том же районе 29.08.2006 г. В 1990-е – 2000-е гг. зарегистрировано также несколько встреч на границах заповедника, в районе оз. Кулыколь в Камыстинском районе и на юге Аулиекольского района. Однако все это не складывалось в сколько-нибудь выраженный тренд.

В обширном, и сейчас крайне малолюдном, Торгайском регионе, численность дрофы с начала 1970-х гг. видимо снизилась еще больше. Встречи, в т.ч. выводков, известны только для двух точек: участка междуречья от слияния рек Жалдама и Кара-Тургай восточнее с. Амангельды и района оз. Тентексор у границы с Актобинской областью. Вероятно это единичные пары, а общая численность в сухих и опустыненных степях области вряд ли превышает 20-40 пар. В 1971 г. вся тургайская популяция дрофы оценивалась в 1100 особей, в 1980 г. – около 100 особей [11]. Таким образом, за более чем 30 лет ситуация в лучшем случае не изменилась, и это при том, что в популяции стрепета за это же время произошел резкий, в 60-80 раз, рост численности.

Заключение

Основные причины исчезновения дрофы и стрепета связываются с распашкой земель и сельскохозяйственной практикой. Но разная динамика популяций стрепета и дрофы, как собственно и факторы резкого восстановления стрепета во второй половине 1980-х гг., не совсем понятны. Советская система сельского хозяйства именно в этот период достигла пика своего развития, включая использование химикатов; продолжалось освоение новых земель, а видимые изменения в землепользовании появились лишь в самом конце десятилетия. Однако, именно в эти годы началось восстановление стрепета в типичных песчано-ковыльных степях. Тот факт, что восстановление стрепета шло сначала в естественных местообитаниях, не позволяет основываться на идее адаптации к гнездованию в агроценозах как основной причине роста численности в последующие годы. В то же время дрофа в 1930-е гг. часто встречалась на залежах и вблизи посевов [2], т.е. была более

терпима в этом отношении, чем стрепет. Конечно, дрофа была более желанной добычей для охотников, чем стрепет, но в 1970-е гг. охоты на степную птицу в Северном Казахстане уже не

было. Очевидно, что ответ на этот вопрос требует детального анализа всех возможных факторов как на местах гнездования, так и в местах зимовок.

Литература

- 1 Рачковская Е.И., Брагина Т.М., Брагин Е.А., Евстифеев Ю.Г. Влияние распашки земель на растительный покров и животный мир Костанайской области // Трансформации природных экосистем и их компонентов при опустынивании. – Алматы, 1999. – С. 33-46. ISBN 996501-430-2
- 2 Рябов В.Ф. К экологии некоторых степных птиц Северного Казахстана по наблюдениям в Наурзумском заповеднике // Труды Наурзумского гос. заповедника. – М., 1949. – Вып. 2. – С. 153-232.
- 3 Рябов В.Ф. Авифауна степей Северного Казахстана. – М.: Наука, 1982. – 176 с.
- 4 Борисенко В.А. О численности журавля-красавки, стрепета, дрофы и джека в некоторых районах Казахстана // Материалы научно-производственного совещания 15-16 февраля 1973 г.: Редкие и исчезающие звери и птицы Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1977. – С. 138-140.
- 5 Фадеев В.А. К распространению и численности дрофы и стрепета в междуречье Улы-Жиланчика и Тургая // Материалы научно-производственного совещания 15-16 февраля 1973 г.: Редкие и исчезающие звери и птицы Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1977. – С. 229-230.
- 6 Хроков В.В., Карпов Ф.Ф. Численность и поведение кречетки и стрепета в Наурзуме // Казахстанский зоол. журнал «Селевиния». – Алматы: «Tethys», 1999. – С. 223-225.
- 7 Ливрон А.Р. де. Птицы Наурзумских степей // Труды Наурзумского гос. заповедника. – М., 1938. – Вып. 1. – С. 29-126.
- 8 Михеев А.В. К составу авифауны Наурзумского гос. заповедника // Труды Наурзумского гос. заповедника. – М., 1938. – Вып. 1. – С. 127-152.
- 9 Рябов В.Ф. Материалы к познанию степной орнитофауны // Ученые записки Сталинградского гос. пед. Ин-та. – Сталинград, 1950. – Вып. 2. – С. – 179-226.
- 10 Гаврин В.Ф. Отряд Дрофы – Otides. – В кн.: Птицы Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1962. – С. 5-38.
- 11 Исаков Ю.А., Флинт В.Е. Семейство дрофиные. – В кн.: Птицы СССР: Курообразные, Журавлеобразные. – Ленинград: Наука, 1987. – С. 465-502.
- 12 Брагин Е.А., Брагина Т.М. Фауна Наурзумского заповедника. Рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие (аннотированные списки видов). – Костанай: Костанайский дом печати, 2002. – 56 с.
- 13 Брагин Е.А., Брагина Т.М. Гнездовая фауна птиц Наурзумского заповедника // Территориальные аспекты охраны птиц в Средней Азии и Казахстане. – М., 1999. – С. 8-15.
- 14 Брагина Т.М. Наурзумская экологическая сеть (история изучения, современное состояние и долгосрочное сохранение биологического разнообразия региона представительства природного объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО). – Костанай: Костанайполиграфия, 2009. – 200 с. ISBN 978-601-7109-10-3

References

- 1 Rachkovskaya EI, Bragina TM, Bragin EA, Evstifeev YG. (1999) Effect of plowing of land on vegetation and fauna of Kostanai region [Vlijanie raspashki zemel' n arastitel'nyj pokrov i zhitovnyj mir Kostanajskoj oblasti] Transformation of natural ecosystems and their components with desertification. Almaty, Kazakhstan. P. 33-46. (In Russian) ISBN 996501-430-2
- 2 Ryabov VF. (1949) On the ecology of some steppe birds of Northern Kazakhstan on observations in Naurzum Reserve [K jekologii nekotoryh stepnyh ptic Severnogo Kazahstana po nabljudenijam v Naurzumskom zapovednike]. Proceedings of Naurzum State Reserve. Moscow, Russia. 2:153-232. (In Russian)
- 3 Ryabov VF. The avifauna of steppes of Northern Kazakhstan [Avifauna stepej Severnogo Kazahstana]. Science, Moscow, Russia. P. 1-176.(In Russian)
- 4 Borisenko V A. (1973) The number of Demoiselle Crane, Little Bustard, Great Bustard and Houbara Bustard in some regions of Kazakhstan. Materials of scientific-practical conference. Rare and endangered mammals and birds of Kazakhstan. Science, Alma-Ata, Kazakhstan. P. 138-140. (In Russian)
- 5 Fadeev VA. (1977) Distribution and number of Great Bustards and Little Bustard population in the interfluvium of Uly-Zhilanchik and Turgay rivers. Materials of scientific-practical conference. Rare and endangered mammals and birds of Kazakhstan. Science, Alma-Ata, Kazakhstan. P. 229-230. (In Russian)
- 6 Khrokov VV., Karpov F F. (1999) Abundance and behavior of Sociable Lapwing and Little Bustard in Naurzum [Chislenost' i povedenie krechetki i strepeta v Naurzume]. Kazakhstan Zool. magazine «Selevinia». Tethys, Almaty, Kazakhstan. P. 223-225. (In Russian)
- 7 Livron AR de. (1938) The Birds of Naurzum steppes [Pticy Naurzumskih stepej]. Proceedings of Naurzum State Reserve. Moscow, Russia. 1:29- 126(In Russian)

- 8 Mikheev AV. (1938) The avifauna of Naurzum State Reserve [K sostavuavifauny Naurzumskogo gos. zapovednika]. Proceedings of Naurzum State Reserve. Moscow, Russia.1:127-152(In Russian)
- 9 Ryabov V F. (1950) Materials to the knowledge of the steppe avifauna [Materialy k poznaniyu stepnojornito fauny]. Scientific notes of Stalingrad State. Pedagogical In- t. - Stalingrad, Russia.2:179-226(In Russian)
- 10 Gavrin V F. (1962) Birds of Kazakhstan: The Order Bustard – Otides [Pticy Kazahstana: Otrjad Drofy – Otides]. Science, Alma-Ata, Kazakhstan. P. 5-38.(In Russian)
- 11 Isakov Y A., Flint V E. (1987) Birds of the USSR: Galliformes, Gruiformes: The Family Bustard [Pticy SSSR: Kuroobraznye, Zhuravleobraznye: Semejstvodrofinye]. Science, Leningrad, Russia P. 465-502(In Russian).
- 12 Bragin E A., Bragina T M. (2002) Fauna of the Naurzum Reserve. Fish, amphibians, reptiles, birds, mammals (annotated lists of species) [Fauna Naurzumskogo zapovednika. Ryby, amphibii, reptilii, pticy, mlekopitajushie (annotirovanniespiskividov)]. Kostanai printing house, Kostanay, Kzakhstan. P. 1- 56(In Russian).
- 13 Bragin E.A., Bragina T.M. (1999). Nesting bird fauna of the Naurzum Reserve // Territorial aspects of the protection of birds in Central Asia and Kazakhstan. - M., 1999. - P. 8-15(In Russian).
- 14 Bragina T M. (2009).Naurzum Ecological Network (history of research, current status and long-term conservation of the biological diversity of the region representation of a natural object UNESCO World Heritage Site). [Naurzumskaia jekologicheskaja set' (istorija izuchenija, sovremennoe sostojanie i dolgosrochnoe sohranenie biologicheskogo raznoobrazija regiona predstavitel'stva prirodного ob#ekta Vsemirnogo nasledija JuNESKO)]. Kostanay: Kostanaypoligrafiya, PP. 1 – 200(In Russian). ISBN 978-601-7109-10-3

¹Әбіт К.Е., ¹Ерназарова Г.И.,
²Омарова Г.К., ¹Дүйсебаева Т.С.

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
²Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

Балқаш көлі мен Бұқтырма су қоймасындағы диатомды балдырлардың таралу ерекшеліктері

¹Abit K.E., ¹Yernazarova G.Y.,
²Omarova G.K., ¹Duyssebaeva T.S.

¹Kazakh National University of the name Al-Farabi, Kazakhstan, Almaty
²Kazakh state woman pedagogical university, Kazakhstan, Almaty

Features of distribution diatoms Lake Balkhash and the Bukhtarma reservoir

¹Абит К.Е., ¹Ерназарова Г.И.,
²Омарова Г.К., ¹Дүйсебаева Т.С.

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы
²Казахский государственный женский педагогический университет, Казахстан, г. Алматы

Особенности распространение диатомовых водорослей на озере Балкаш и Бухтарминском водохранилище

Мақалада Балқаш көлі мен Бұқтырма су қоймасын зерттеу барысында диатомды балдырлардың алгологиялық және таксономиялық таралуы мен жасушалық өлшемдері анықталған. Зерттеу нысаны ретінде 2015 жылы қазан айындағы мағлұматтар бойынша Балқаш көлі мен Бұқтырма су қоймасының шөкімдері алынды. Диатомды балдырлардың жасушалық өлшемдері Austria – MCX100 микроскоп көмегімен өлшенді. Балқаш су қоймасында фитопланктонның жасуша өлшемі *Navicula* sp. туысының түрлерімен басымдылық көрсетті. Аталмыш су қоймасында фитопланктонның жасушалық өлшемі 40,61 – 125,5 мкм. Зерттеу жұмысының нәтижесінде Балқаш көлінің су құрамынан *Nitzschia*, *Pinnularia viridis*, *Gomphonema truncatum*, *Navicula* sp., *Fragillaria*, *Synedra ulna*, *Cyclotella commensis*, *Cymbella* балдырлары табылды. Бұқтырма су қоймасында төмендегі балдырлар кең таралған: *Pinnularia viridis*, *Fragillaria crotenensis*, *Navicula* sp., *Nitzschia palea*, *Synedra ulna*, *Cyclotella*, *Asterionella*.

Түйін сөздер: Балқаш көлі, Бұқтырма су қоймасы, диатомды балдырлар, *Centrophyceae*.

Diatomaceous water-plants – unicellular, shallow microscopic organisms, the forms of cages are round mostly, sticks, three-cornered, to the oval trapezoid, cylindrical. In a cage outside of protoplasm there is a thin transparent shell, he outside consists of two durable armor silica. A size of cage is 4–2000 microns. In this work it was studied the intensification of phytoplankton growth in a special environment, developed for growing diatoms. Diatomaceous water-plants meet in many places. A basic environment of their habitation is water. In water wide spread type of benthos and plankton. Some one-celled and colonial diatomaceous water-plants stick to and sprout on water water-plants and plants. Diatomaceous water-plants have a 5600 kinds. The article provides the results of research and alga taxonomic definition of species of diatoms in Lake Balkhash and Bukhtarma reservoir. 2015 October of Lake Balkhash and Bukhtarma reservoir water sample was taken as the research object. Diatomaceous cages were counted. As a result of research work, in Balkhash, were identified following diatoms: *Nitzschia*, *Pinnularia viridis*, *Gomphonema truncatum*, *Navicula* sp., *Fragillaria*, *Synedra ulna*, *Cyclotella commensis*, *Cymbella*. In Bukhtarma lake *Pinnularia viridis*, *Fragillaria crotenensis*, *Navicula* sp., *Nitzschia palea*, *Synedra ulna*, *Cyclotella*, *Asterionella*. In order to improve the environmental situation of Kapchagay reservoir fill is recommended to stop, clean and waste water in a steel mill to control the amount of water that irrigates.

Key words: lake Balkhash, Bukhtarma reservoir, diatoms, *Centrophyceae*.

В статье предоставлены результаты исследования алгологических и таксономических определений видов диатомовых водорослей в озере Балкаш и Бухтарминском водохранилище. В качестве объекта исследования были взяты пробы воды озера Балкаш и Бухтарминского водохранилища, отобранные в октябре 2015 года. Подсчет клеток диатомовых водорослей проводили на микроскопе марки Austria – MCX100. В ходе исследовательской работы в пробах воды озера Балкаш были выявлены следующие виды диатомовых водорослей: *Nitzschia*, *Pinnularia viridis*, *Gomphonema truncatum*, *Navicula* sp., *Fragillaria*, *Synedra ulna*, *Cyclotella commensis*, *Cymbella*. В Бухтарминском водохранилище: *Pinnularia viridis*, *Fragillaria crotenensis*, *Navicula* sp., *Nitzschia palea*, *Synedra ulna*, *Cyclotella*, *Asterionella*. Знание параметров распространения, а также особенностей размерности планктонных водорослей дает возможность исследовать влияние активности метаболических процессов и фитоценоза в водной среде.

Ключевые слова: озеро Балкаш, Бухтарминское водохранилище, диатомовые водоросли, *Centrophyceae*.

**БАЛҚАШ КӨЛІ
МЕН БҰҚТЫРМА СУ
ҚОЙМАСЫНДАҒЫ
ДИАТОМДЫ
БАЛДЫРЛАРДЫҢ
ТАРАЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Кіріспе

Қазақстанның оңтүстік-шығысында Балқаш көлі орналасқан. Балқаш көлі Алматы облысын, Қарағанды облысының оңтүстік-шығыс бөлігі мен Шығыс Қазақстан облысының оңтүстік-батыс бөлігі мен Жамбыл облысының шығыс бөлігіндегі жерлерді алып жатыр. Көлдің жағалауының жалпы ұзындығы 4 мың км-ге жуық, ал ауданы 500 мың км². Оның 400 мың км² Қазақстан жерінде орналасқан [1].

Балқаш көлі алабы батыстан шығысқа қарай ұзындығы 900 км, ал солтүстіктен оңтүстікке қарай 680 км-ге созылып жатыр [1]. Көптеген ғалымдардың зерттеулерінің нәтижесі бойынша Балқаш көлінің су деңгейі 2004 жылы 0,8 м-ге артты, су деңгейі 342,6 м құрады [2].

Балқаш, Алакөл көлдері өздерінің түзілуі жағынан және табиғаты мен гидрологиялық ерекшеліктеріне байланысты пайда болу, қалыптасу, жасалу тегі бір көлдер. Кейінгі зерттеулерге қарағанда, түрлі тарихи кезеңдерде, ал соңғы рет VIII-XV ғасырларда Алакөл алабындағы жеке-жеке көлдердің бәрі тұтас бір су қоймасы болған және ол Балқаш көлімен жіңішке бұғаз арқылы байланысып, сол арқылы Сасықкөлдің артық суы Балқашқа құйылып тұрған. Бұл көлдердің жасалу табиғаты ұқсас дегенімізбен, оларда кейбір өзіндік айырмашылықтар да бар. Балқаш көлі жазықта, таулы өлкеден әжептәуір алыста орналасқан, ал Алакөл алабындағы көлдер тауаралық ойпатта орналасқан. Балқаштың суы жазық жерде болғандықтан, Алакөлдей терең емес [1].

Балқаш көлінің экологиялық жағдайы туралы соңғы кезде көптеген ақпараттар таралды. 1970 жылдан бастап Іленің суының Қапшағай су қоймасын толтыруға пайдаланған 39 км² кеткен. Іле өзені 2/3 төмендетті, Балқаш маңында 16 өзен жүйесінен тек 5-еуі ғана қалды. Шөлейттену 3/1 пайызын құрайды. Тұзды шаң – өзен арнасымен жағалай шаң-тозаң ретінде жақын өңірлерге таралуда. Іле, Балқаш бассейнінің экологиясына Балқаш тау металлург қалдықтары әсер етеді. 1990 жылдары 1 жылы бөлінген қалдықтар мөлшері 280-320 мың т құраған. Көл түбінде 76 т мыс, 68 т мырыш, 66 т қорғасын шөккен. Содан бері ластаушы қосылыстардың көлемі 2 есе жоғарылаған. Шанды

дауыл кезінде қурайлар саңылаулары арқылы көлге ластаушы заттар түсуде [2].

Экологиялық жағдайды жақсарту мақсатында Қапшағай су қоймасын толтыруды тоқтату, металлургия комбинатының ағын суын тазарту, суғаруға кететін су көлемін қадағалау ұсынылады. Балқаш көлінің негізгі ластаушы көздері: ауыр металдар, мырыш, мыс және мұнай өнімдері фенолдар, фториттер [2].

Балқаш көліне ластанған сулар тау комбинатынан ғана түсіп қоймайды, сондай-ақ ластану деңгейі 5-дәрежелі қосылысты заттар, мыс мөлшері жоғары қосылыстар, шекара аймақтарынан Қытайдан түсуде [2,3].

2001 жылы 12 қыркүйекте Қазақстан Республикасы және Қытай Ұлттық Республикасы арасында су қарым-қатынастарын реттеу «Өзендер шекараларын қорғау және Қытай Ұлттық Республикасы мен Қазақстан үкіметі арасындағы келісім» мақұлданды [1].

Жоғарғы Ертіс бассейнінің бірі – Бұқтырма су қоймасы. Ол Ертіс өзенінің ағысын реттеуші және тездетуші болып табылады [4]. Су қойманы – электр қуатымен қамтамасыз ету үшін және Павлодар облысының жерлерін суғару мақсатында қолданады. 1960 жылы сәуір айынан Бұқтырма су қоймасын толтыру басталып, 1961 жылдың аяғында су деңгейі 395 м-ге жетті, енді суқойма Ертістің бойында ғана болса, кейін ол Зайсан көлімен жалғасты [3]. Ертіс өзенінің бассейнінің маңында кәсіпорындардың орналасуына байланысты су көздерін белсенді ластайды. Мысалы, Зырян қаласындағы Қаз-Мырыш, Тұрғысын ауылындағы су қоймасы кең қалдықтарымен көмкерілгені туралы ақпараттар Шығыс Қазақстан облысының табиғатты қорғау прокуратурасының ақпарында айтылған. 2013 жылы Тұрғысын ауылында ірі көлемді ластану болды. Экологиялық департамент бақылауымен зертханалық-аналитикалық бөлімде анализ алу үшін шөкімдерді анықтаған. Су шөкімінен амоний тұздарының мөлшері 37 есе, нитраттар 136 есе, сондай-ақ мыс, кадмий, марганец, мырыш концентрациясы жоғарылағаны анықталған. Амоний тұздары бойынша шекті мөлшерлі концентрациясы 7-38 есе, нитрит 8-36 есе, мырыш бойынша 3-36 есе көп. Қытай Ұлттық Республикасының территориясынан ауыр металдардың Ертіс өзеніне түсуіне байланысты өзенде су ағзаларының тіршілігіне қауіп төнуде. Улы токсинді заттардың құрамында мыс, мырыштың мөлшері ШМК-дан жоғары. 2005 жылдың мамыр айындағы есептеу бойынша мыстың максимальды концентрациясы 6,3 ШМК (шекті

мөлшерлі концентрация) және 2004 жылы қыркүйек айында 3,4 ШМК болғаны анықталды. Ал соңғы жылдары Қытай Ұлттық Республикасымен жасалған келісім аясында еліміздің өзен-көлдерінің ластануы екі жақты экологиялық мониторинг көрсеткішінің есептеуі бойынша улы заттардың көрсеткіші азайған. Ластану ағымы Бұқтырма электр станциясына жетті және Өскемен су қоймасына таралады. Ал бұл, су айдынындағы су ағзаларының тіршілігіне, балық шаруашылығы және демалыс орындарына әсерін тигізеді. Ластану әрі қарай Шұлбі су қоймасына және Ресей Федерациясындағы Омбы облысының шекарасына дейін таралады. Бұқтырма су қоймасында саны жағынан ең көп – диатомды балдырлар болды [4].

Диатомды балдырлар – бір клеткалы және қауымды, майда микроскоптық ағза, көбіне таяқша пішінді, шар тәрізді, клеткалары үшбұрышты, сопақ трапециялы, цилиндрлі пішінді болады. Диатомды балдырлар кез келген жерде кездеседі. Олардың негізгі тіршілік ететін ортасы – су. Суда бентос және планктон түрінде тараған. Кейбір бір клеткалы және қауымды диатомдылар су балдырларына және жоғары сатыдағы суда өсетін өсімдіктерге жабысып шоғырланып тұрады. Диатомды балдырлардың 5600-ден астам түрлері бар [5].

Зерттеу материалдары және әдістері

Зерттеу нысаны ретінде 2015 жылы қазан айындағы Балқаш көлі мен Бұқтырма су қоймасынан алынған шөкімдер алынды. Диатомды балдырлардың жасушалық өлшемдері Austria – MCX100 микроскоп көмегімен өлшенді.

Фиксингті пробалар іріктеу орнында жүргізілді. Далалық жағдайда фиксинг үшін йод ерітіндісіндегі калийді пайдалануға болады (100 мл суда 10 г КJ ерітеді, 3 г йод кристаллын және тағы 100 мл су қосады, кристалдардың толық ерігеніне дейін араластырамыз және қараңғы ыдыста сақтайды). Бұл ерітіндіні пробаның 1:5 қатынасына қосады. Сондай-ақ пробаны, қараңғы ыдыста сақтайды [6].

Сондай-ақ, фиксинг үшін 40% формалин қолданады, 9 шөкімді көлеміне 1 көлемді формалин қосады [7]. Фитопланктонды шөкімді консервациялау үшін жеңіл Люголь фиксатор – ерітіндісін пайдалануға болады (25 мл-ден 2 л шөкім) [8].

Есептеу алдында шөкімді мұқият араластырып, бір тамшысын камераға тамызады. Шөкімді жақсылап араластыру өте маңызды. Әрбір

шөкім орта есеппен санақ камерасында есептелді [7].

Диатомды балдырлардың жасушалық өлшемі 163476 жасуша концентрациясына жүргізілді. Диатомды балдырлардың жалпы клеткалар концентрациясы №МТ 6000 маркалы жарық микроскопта орындалды. Фитопланктондағы жалпы жасушалардың саны санақ камерасы аумағындағы әрбір зерттелетін пробалардың жалпы саны, мына формула бойынша есептелді: $N = K \cdot n \cdot (A/a) \cdot v \cdot (1000/V)$, мұндағы: N – 1 л өсіру ортасындағы балдырлардың саны, K – коэффициент, санақ камерасының көлемі қанша есе аз екенін көрсетеді 1 см^3 , n – санақ камерада (шаршысында, жолақтарында) табылған балдырлар саны, A – санақ камерадағы (квадраттар, жолақтар) саны, a – балдырларды есептеу жүргізілетін жолдар (квадрат, жолақ) саны, v – сынамалардың тығыздалған көлемі (см^3), V – сынамалардың бастапқы көлемі (см^3) [9,10,11].

Зерттеу жұмысының нәтижелері

Балқаш көлінің алгологиялық және таксономиялық түрлерін анықтау барысында 2015 жылы қазан айында алынған деректерді пайдаландық. Арасында тұщы су планктонды шаянтәрізділер кездеседі және 1 түр *Cyclotella commensis*, 6 түр Пеннаттылар класынан: *Nitzschia palea*, *Pinnularia viridis*, *Gomphonema truncatum*, *Navicula sp.*, *Fragillaria*, *Synedra ulna*, *Cyclotella commensis*, *Cymbella* (1-сурет). Судың құрамында циклоптар көп – бұл тұщы сулы планктонды шаянтәрізділер, олар әрбір тоғанда кездеседі. Төменде Балқаш көлінің диатомды балдырларының жасушалық өлшемдері мен олардың таралу ерекшеліктеріне сипаттама беріледі:

№1 (1) суретте *Nitzschia palea* көрсетілген. *Nitzschia palea*-нің жасуша өлшемінің ұзындығы 573,12 мкм, диаметрі 57,80 мкм. Клеткалары бір жағынан жармалары бар сызықтық немесе эллипсті, олардың ұштары үшкірленіп келеді. Тұщы суларда кең таралған.

№1 (2) суретте *Pinnularia viridis*-нің ұзындығы 736,55 мкм, диаметрі 232,69 мкм. Пиннулярия және басқа да диатомды балдырлар сияқты көбінесе су түбінде кездеседі.

№1 (3) суретте *Gomphonema truncatum* көрсетілген. *Gomphonema truncatum*-нің жасуша өлшемінің ұзындығы 481,87, диаметрі 221,65 мкм. Бір клеткалы сирек колония түзеді. Хлоропластары екеу. Негізінен ағын суларда су асты заттарға бекініп таралады.

№1 (4) суретте *Navicula sp.*-ның ұзындығы 310,10 мкм, диаметрі 69,46 мкм. Бір клеткалы қозғалмалы және екі хлоропласты балдыр. Тұщы және теңіз суларында су түбінде кең таралған.

№1 (5) суретте *Fragillaria* көрсетілген. *Fragillaria*-ның жасуша өлшемінің ұзындығы 710,37 мкм, диаметрі 39,05 мкм. Клеткалары синедраға ұқсас болады. Планктонды тұщы суларда кең таралған.

№1 (6) суретте *Synedra ulna*-ның ұзындығы 1265,53 мкм, диаметрі 106,55 мкм. Бір клеткалы, жіңішке, таяқша тәрізді және колония түрінде, субстратқа бекініп орналасады.

№1 (7) суретте *Cyclotella commensis* көрсетілген. *Cyclotella commensis*-тің жасуша өлшемінің ұзындығы 274,87 мкм, диаметрі 184,09 мкм. Бір клеткалы, колония түрінде сирек кездеседі. Көбіне плактонды суларда, тұщы суларда кең таралған.

№1 (8) суретте *Cymbella*-ның ұзындығы 952,39 мкм, диаметрі 136,58 мкм. Бір клеткалы, кейде колония түзеді. Басқа балдырлардан ерекшелігі жарты ай тәріздес. Тұщы сулардың терең жерлерінде көп кездеседі.

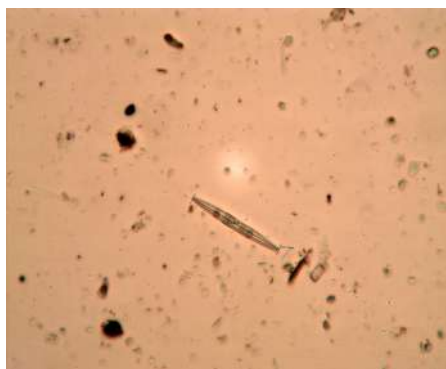
Бұқтырма су қоймасын алгологиялық зерттеу нәтижесі 2015 жылы қазан айында алынған деректермен сипатталады. Арасында диатомды балдырлардың: 6 түр *Pennatophyceae* классы *Pinnularia viridis*, *Fragillaria crotenensis*, *Navicula sp.*, *Nitzschia palea*, *Synedra ulna*, *Asterionella* және 1 түр *Centrophyceae* классынан *Cyclotella commensis* (2-сурет). Төменде диатомды балдырлардың жасушалық өлшемдері мен олардың таралу ерекшеліктеріне сипаттама берілді:

№2 (1) суретте *Pinnularia viridis* көрсетілген. *Pinnularia viridis*-тің жасуша өлшемінің ұзындығы 640,68 мкм, диаметрі 152,23 мкм. Су түбінде басқа да диатомды балдырлармен кездеседі.

№2 (2) суретте *Fragillaria crotenensis*-нің ұзындығы 1271,35 мкм, диаметрі 306,49 мкм. Клеткалары синедраға ұқсас болады. Тұщы суларда планктон түрінде таралған.

№2 (3) суретте *Navicula sp.* көрсетілген. *Navicula sp.*-ның жасуша өлшемінің ұзындығы 127,44 мкм, диаметрі 31,02 мкм. Бір клеткалы қозғалмалы және екі хлоропласты балдыр су түбінде тұщы және теңіз суларында болады.

№2 (4) суретте *Nitzschia palea*-нің ұзындығы 1462,56 мкм, диаметрі 95,77 мкм. Клеткалары бір жағынан жармалары бар сызықтық немесе эллипс тәрізді, олардың ұштары үшкірленіп келеді. Тұщы суларда кездеседі.



1



2



3



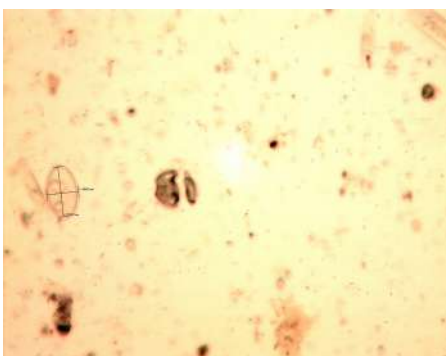
4



5



6



7



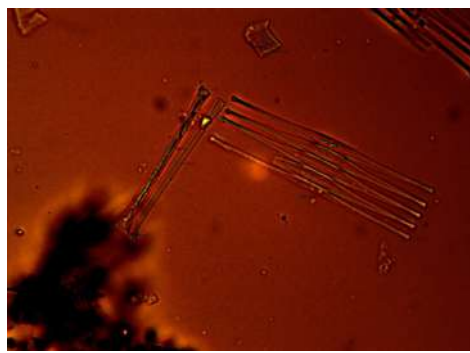
8

1 – *Nitzschia palea*; 2 – *Pinnularia viridis*; 3 – *Gomphonema truncatum*; 4 – *Navicula sp.*;
5 – *Fragillaria*; 6 – *Synedra ulna*, 7 – *Cyclotella commensis*, 8 – *Cymbella*.
Үлкейтілген масштабы 40 мкм.

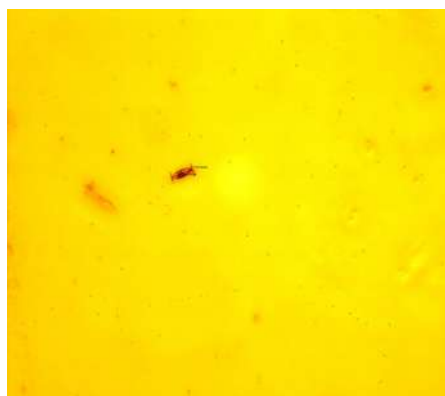
1-сурет – Балқаш көліндегі диатомды балдырлардың таралуы



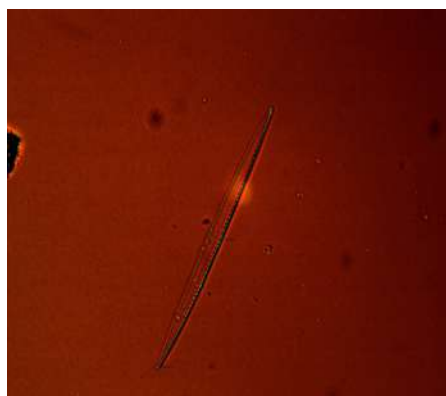
1



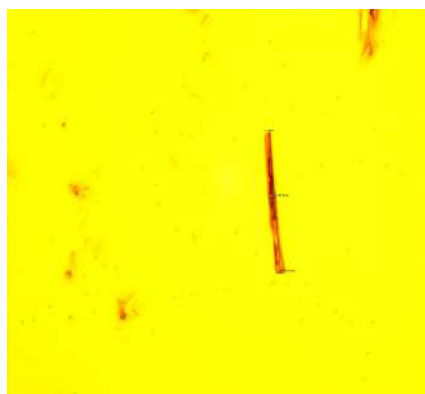
2



3



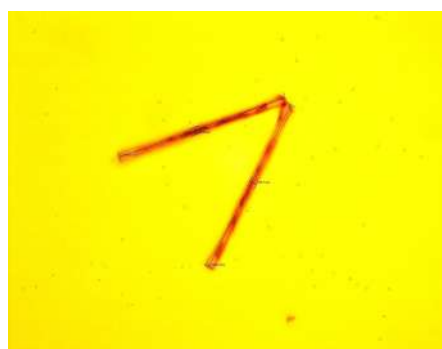
4



5



6



7

1 – *Pinnularia viridis*, 2 – *Fragillaria crotensis*, 3 – *Navicula sp.*, 4 – *Nitzschia palea*,
5 – *Synedra ulna*, 6 – *Cyclotella commensis*, 7 – *Asterionella*.
Үлкейтілген масштабы 40 мкм.

2-сурет – Бұқтырма су қоймасындағы диатомды балдырлардың таралуы

№2 (5) суретте *Synedra ulna* көрсетілген. *Synedra ulna*-ның жасуша өлшемінің ұзындығы 712,56 мкм, диаметрі 42,30 мкм. Бір клеткалы, жіңішке, таяқша тәрізді және кейбір түрлері колония түрінде, субстратқа бекініп орналасады.

№2 (6) суретте *Cyclotella commensis*-тің ұзындығы 272,16 мкм, диаметрі 148,66 мкм. Бір клеткалы, колония түрінде көбіне тұщы суларда, планктонды суларда кездеседі.

№2 (7) суретте *Asterionella* көрсетілген. *Asterionella*-ның жасуша өлшемінің ұзындығы 1031,57-1030,29 мкм, диаметрі 40,50-40,52 мкм.

Диатомды балдырлардың тамыз және қыркүйек айларындағы жасуша өлшемі 10-20 мкм болатынын Д.А. Нестерованың зерттеулерінен көруге болады. Біздің зерттеуде, диатомды

балдырлардың жасуша өлшемдері 10 мкм-ден 1000-нан аса микрометр өлшемдерді көрсетті. Мүмкін табиғаттың экстремальды факторларының кері әсерінен, жасуша өлшемінің пішіндерінің өзгеруіне алып келеді.

Демек қазан айында Бұқтырма су қоймасында *Pennatophyceae* классынан *Asterionella*-ның жасуша өлшемі 1031,53 мкм болды.

Зерттеу жұмысының нәтижесінде, Балқаш көлінің су құрамынан *Nitzschia*, *Pinnularia viridis*, *Gomphonema truncatum*, *Navicula sp.*, *Fragillaria*, *Synedra ulna*, *Cyclotella commensis*, *Cymbella* балдырлары табылды. Бұқтырма су қоймасында төмендегі балдырлар кең таралған: *Pinnularia viridis*, *Fragillaria crotenensis*, *Navicula sp.*, *Nitzschia palea*, *Synedra ulna*, *Cyclotella*, *Asterionella* (1-кесте).

1-кесте – Диатомды балдырлардың алуан түрлілігі

Нысана	Класс	Түр
Балқаш	<i>Centrophyceae</i>	<i>Cyclotella commensis</i>
	<i>Pennatophyceae</i>	<i>Nitzschia palea</i> , <i>Pinnularia viridis</i> , <i>Gomphonema truncatum</i> , <i>Navicula sp.</i> , <i>Fragillaria</i> , <i>Synedra ulna</i> , <i>Cyclotella commensis</i> , <i>Cymbella</i>
Бұқтырма	<i>Centrophyceae</i>	<i>Cyclotella commensis</i>
	<i>Pennatophyceae</i>	<i>Pinnularia viridis.</i> , <i>Fragillaria crotenensis</i> , <i>Navicula sp.</i> , <i>Nitzschia palea</i> , <i>Synedra ulna</i> , <i>Asterionella</i>

Маусымдық мерзім бойынша Балқаш және Бұқтырма су қоймаларындағы диатомды балдырлардың биомассасы шоғырланған нақты ортадағы жасуша өлшемі 38,42-ден 1462,56 мкм. Балқаш су қоймасында фитопланктонның жасуша өлшемі *Navicula sp.* туысының түрлерімен доминантты болды. Мұндағы су қоймасындағы фитопланктонның сандық өсімі 40,61-125,5 мкм. Сонымен диатомды балдырлардың су қоймаларда таралу ерекшеліктері төрт топ (№1 – 40 мкм; №2 – 80 мкм; №3 –

100 мкм; №4 – 1300 мкм) бойынша, фитопланктонның жасуша өлшемімен жіктелді.

Алуан түрлі өлшемдегі диатомды балдырлардың су ортасындағы өсу және даму көрсеткіштері әр түрлі. Сондықтан су көздерінен диатомды балдырлардың таралу ерекшеліктері мен жасуша өлшемдерінің құрылымын айқындау, олардың сыртқы орта факторларына төзімділігін анықтауға көмектеседі.

Ғылыми мақаладағы зерттеу жұмыстары ҚР 0115 №00497 ғылыми жоба аясында жасалды.

Әдебиеттер

- 1 Наталья Боровая (2005) Спасти уникальное озеро. Стремительно мелеет Казахстанский Балхаш «Экспресс К» 186 (15844)
- 2 Ольга Малахова (2005) Основная проблема озера Балхаш – плохое качество воды Самакова А. zakon.kz
- 3 Петр Бологов (2013) Арал номер два. Как Китай превращает Казахстан в пустыню. <http://lenta.ru/articles/2013.01.23/irish>
- 4 Дускаев КК (2004) Трансграничные проблемы водных отношений Республики Казахстан. Экология и устойчивое развитие 2: 19-21
- 5 Жеңісгүл Жүнісбекқызы Кужантаева (2004) Төменгі сатыдағы өсімдіктер систематикасы. Қазақ мемлекеттік қыздар университеті. – Алматы.

- 6 Абдрахманов О, Абдрахманова АО, Назарбекова СТ, Нуркенова АТ, Гаврилькова ЕА (2009) Систематика низших растений: Учебно-методическое пособие. – Караганда. Полиграфический центр Казахстанско-Российского университета.
- 7 Антипова ЕМ (2013) Малый практикум по ботанике. Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск.
- 8 Базаркина ЛА, Бугаев ВФ, Николаев АС (2006) Сезонные изменения пространственной структуры планктонных ракообразных в пелагиали озера Азабачье. Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана 8:150-156
- 9 Снитко Лариса Вячеславовна (2004) Фитопланктон разнотипных озер Ильменского заповедника (Южный Урал): Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. – Сыктывкар.
- 10 Винберг ГГ, Лаврентьева ГМ (1981) Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция. Науч. ред. Л. ГосНИОРХ.
- 11 Садчиков АП (2003) Методы изучения пресноводного фитопланктона. – М.: Изд-во «Университет и школа», 2003.

References

- 1 Natalya Borovaya (2005) To save an unique lake. Swiftly Kazakhstan Balkhash grows shallow [Spasty unikalnoe ozero. Stremitelno meleet Kazahstansky Balkhash]. «Express K», №186 (15844). (in Russian)
- 2 Olga Malahova (2005) Basic problem of lake Balkhash is bad quality of water [Osnovnaya problema ozero Balkhash – plohoe kahestvo vody] A. Samakova zakon.kz. (in Russian)
- 3 Petr Bologov (2013) Aral Sea number two. As China converts Kazakhstan into the desert [Aral nomer dva. Kak Kitay prevrashaet Kazahstan v pustynu] <http://lenta.ru/articles/2013/01/23/irtish/>. (in Russian)
- 4 Duscaev KK (2004) Transfrontal problems of water relations of Republic Kazakhstan [Transgranihnye problem vodnyh otnošeniy Respublicy Kazakhstan] Ecology and steady development 2: 19-21. (in Russian)
- 5 Zhenysgul Zhunusbekkyzy Kuzhantaeva (2004) Systematization of more subzero plants [Systematika nizshih rasteny] Kazakh state woman university, Almaty.
- 6 Abdrahmanov O, Abdrahmanova AO, Nazarbekova ST, Nurkenova AT, Gavrylkova EA (2009) Systematization of more subzero plants [Systematyca nizshih rasteny]: Educational-methodical manual – it is Karaganda, Polydiene center of the Kazakhstan-Russian university. (in Russian)
- 7 Antypov EM (2013) Small practical work on a botany [Maly practicum po botanike] Krasnoyr. state. ped. un. the name of Astafeva B.P. Krasnoyarsk. (in Russian)
- 8 Bazarkina LA, Bugaev BF, Nikolaev AS (2006) Seasonal changes of spatial structure of planktonic crustaceans in the pelagial lakes of Azabahe. Researches of water biological resources of Kamchatka and north-western part of the Pacific ocean [Sezonnye izmeneniye prostranstvennoy struktury planktonnyh racobraznyh i pegalyaly ozero Azabahe] 8: 150-156. (in Russian)
- 9 Snytko Larysa Bihe Slavovna (2004) Phytoplankton of different types lakes of Ilmen reserve (South Ural) [Phytoplankton-raznotypnyh ozer Ilmenskogo zapovednyka (Uzhny ural)]: Dis. ... kand. biol. sciences: 03.00.16: Syktyvkar. (in Russian)
- 10 Vinberg GG, Lavrentev GM (1981) Methodical recommendations on collection and treatment of materials at hydrobiological researches on freshwater reservoirs. Phytoplankton and his products [Metodycheskiye rekomendasy po sboru i obrabotke pry gidrobiologicheskyyh issledovaniyakh na presnovodnyh vodoemakh] Scien.rel. L. GosNYOPX. (in Russian)
- 11 Sadhykov AP (2003) Methods of study of freshwater phytoplankton [Metod izuchenye presnovodnogo phytoplankton]. (in Russian)

¹Есимсиитова З.Б.,
²Синявский Ю.А.,
¹Емутбаева Г.Б., ¹Якунин А.В.

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

²Казахская академия питания, Казахстан, г. Алматы

Влияние гипокинезии на состояние системы антиоксидантной защиты в крови и тканях крыс

В статье приведены результаты биохимического исследования влияния гипокинетического стресса на состояние системы антиоксидантной защиты в крови и печени крыс, а также коррекция последствий гипокинезии веществами антиоксидантной природы – альфа-токоферолом и ресвератролом. Оценка влияния гипокинезии на состояние антиоксидантного статуса животных была проведена на белых беспородных крысах массой 250 ± 50 г. В сыворотке крови и постмитохондриальном супернатанте печени оценивали содержание белка, активность супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы, уровень конечных и промежуточных продуктов перекисного окисления липидов, а также общую антиоксидантную активность. Оценка уровня первичных продуктов ПОЛ (диеновых конъюгатов), вторичных продуктов ПОЛ (малонного диальдегида) и конечных продуктов ПОЛ (Шиффовых оснований) свидетельствует о повышении их уровня в динамике на 15 и 30 сутки гипокинезии, отмечается снижение активности ферментов антиоксидантной системы. Дополнительное поступление в организм ресвератрола и альфа-токоферола благоприятно сказалось на состоянии антиоксидантной системы, что проявилось в достоверном снижении в сыворотке крови и печени крыс продуктов ПОЛ и повышении общей антиоксидантной активности.

Ключевые слова: альфа-токоферол, антиоксидантная защита, гипокинезия, перекисное окисление липидов, продукты ПОЛ, ресвератрол, экология человека.

¹Esemciitova Z.B.,
²Sinyavsky Yu.A.,
¹Umutbaeva G.B., ¹Yakunin A.V.
¹Al-Farabi Kazakh National university,
Kazakhstan, Almaty
²Kazakh Academy of Nutrition,
Kazakhstan, Almaty

The Influence of Hypokinesia on the Status of the Antioxidant defense System in Blood and Tissues of Rats

The results of biochemical studies of the effect of hypokinetic stress on the state of antioxidant defense system in the blood and liver of rats, as well as the correction of the effects of antioxidant substances hypokinesia nature – alpha-tocopherol, and resveratrol. Assessing the impact of hypokinesia on the state of the antioxidant status of the animals was carried out on white rats weighing 250 ± 50 g. The serum and liver were evaluated postmitochondrial supernatant protein, superoxide dismutase activity (SOD) and catalase, the level of final and intermediate products of lipid peroxidation and total antioxidant activity. Evaluation of primary lipid peroxidation products (diene conjugates), the secondary lipid peroxidation products (malondialdehyde) and the end of lipid peroxidation products (Schiff base) testified to improve their level in the dynamics of 15 and 30 days of hypokinesia, marked decrease in activity of antioxidant enzymes. The additional intake of resveratrol and alpha-tocopherol favorable impact on the state of the antioxidant system, which was manifested in a significant decrease in serum and liver of rats lipid peroxidation products and increasing the total antioxidant activity.

Key words: antioxidant protection, alpha tokofrol, hypokinesia, human ecology, lipid peroxidation, LPO produky, resveratrol.

¹З.Б. Есимсиитова,
²Синявский Ю.А.,
¹Емутбаева Г.Б., ¹Якунин А.В.
¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
²Қазақ тағамтану академиясы, Қазақстан, Алматы қ.

Гипокинезияның егеуқұйрықтардың қанының және ұлпаларының антиоксиданттық қорғаныс жүйесі күйіне әсері

Мақалада биохимиялық зерттеулердің нәтижесінде гипокинезияның егеуқұйрықтардың қаны мен бауырдағы антиоксиданттық қорғау жүйесіне әсері, сондай-ақ, гипокинезияның салдарын антиоксиданттық заттармен – альфа-токоферолмен және ресвератролмен – түзету жолы берілген. Гипокинезияның антиоксиданттық жүйеге беретін әсерін салмағы 250 ± 50 г егеуқұйрықтарда зерттелді. Қан сарысуындағы және бауырдың постмитохондриаль супернатантындағы ақуыз көлемі, СОД және каталазаның белсенділігінің деңгейі, сондай-ақ, жалпы антиоксиданттық белсенділік бағаланды. Гипокинезияның 15-30 күндері липидтердің асқын тотығының бастапқы (диен конъюгаты), аралық (малон диальдегиді) және соңғы (Шифф негіздері) өнімдерінің деңгейінің көтерілгені, антиоксиданттық жүйенің ферменттерінің белсенділігі төмендегені анықталды. Қосымша пайдаланған альфа-токоферол және ресвератрол антиоксиданттық жүйеге жақсы әсерін тигізіп, қан сарысуындағы және бауырдағы ЛАТ өнімдері азайып, жалпы антиоксиданттық белсенділікті арттырды.

Түйін сөздер: адам экологиясы, антиоксиданттық қорғаныс, альфа-токоферол, гипокинезия, липидтердің асқын тотығы, ЛАТ өнімдері, ресвератрол.

ВЛИЯНИЕ ГИПОКИНЕЗИИ НА СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ В КРОВИ И ТКАНЯХ КРЫС

Введение

Организм человека как единая саморегулирующаяся и саморазвивающаяся система существует не изолировано, а в тесном взаимодействии с окружающей ее внешней средой. Вне окружающей среды жизнь невозможна. Вся жизнедеятельность человека осуществляется в условиях постоянного воздействия различных факторов окружающей внешней среды: физических (колебаний атмосферного давления, температуры окружающей среды, проникающей радиации, шума, вибрации и др.); химических (различных веществ в воде, воздухе, земле, пище); биологических (инфекций, вирусов).

Научно-технический прогресс существенно изменил условия жизни, труда и быта людей, что привело к снижению их двигательной активности, особенно в экономически развитых странах [1]. Сегодня является абсолютно доказанным, что пониженная двигательная активность является фактором риска, способствующим развитию целого ряда серьезных нарушений и заболеваний, в первую очередь, сердечно-сосудистой и эндокринной систем организма [2, 3]. Ограниченная двигательная активность способствует развитию сахарного диабета, увеличивает заболеваемость и смертность от сердечнососудистой патологии, способствует возникновению злокачественных новообразований [4]. Канадские исследователи на большом числе наблюдений установили прямую связь между смертностью и сидячим образом жизни [5].

Экстремальные воздействия на организм, включая гипокинезию, независимо от их природы, приводят к активизации процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) и избыточному накоплению в организме продуктов ПОЛ. Общеизвестно, что токсические продукты ПОЛ вызывают нарушение структурно-функциональной целостности биомембран клеток, инактивации мембраносвязанных ферментов, изменение синтеза нуклеиновых кислот и белков. При этом нарушается обмен веществ, угнетаются клеточные и гуморальные звенья иммунитета [6].

С учетом высокого риска и негативного влияния гипокинезии на организм перспективным является поиск адаптогенов – средств, повышающих устойчивость организма к пониженной

двигательной активности и снижающих процессы перекисидации липидов, или повышающих антиоксидантные возможности организма. Учитывая вышеизложенное, целью настоящей экспериментальной работы явилось изучение состояния системы антиоксидантной защиты при действии на организм гипокинезии и коррекция гипокинетического стресса веществами антиоксидантной природы, в частности ресвератролом в композиции с альфа-токоферолом.

Материалы и методы

Оценка влияния гипокинезии на состояние антиоксидантного статуса животных была проведена на белых беспородных крысах массой 250 ± 50 г, содержащихся в условиях вивария и получавших стандартный рацион питания. Животные были разделены на три группы по 15 крыс в каждой, крысы двух опытных групп в течение 30 дней содержались в специальных клетках пеналах, ограничивающих двигательную активность. Животные второй опытной группы дополнительно к основному рациону питания получали ежедневно per.os ресвератрол в комбинации с альфа-токоферолом в дозе (10 мг/кг массы тела ресвератрола и 10 мг/кг массы тела альфа-токоферола). Контролем служили крысы, не испытывающие гипокинетического воздействия и находящиеся на общевиварном рационе в обычных клетках без ограничения двигательной активности.

Перед началом исследования, через 15 и 30 дней, проводилось взвешивание крыс, оценивалось состояние шерстного покрова, двигательная активность, общее состояние животных. За 24 часа до забоя животные лишались корма, забой проводили путем декапитации под легким эфирным наркозом, после умерщвления у крыс проводили забор крови и перфузию печени. В сыворотке крови и постмитохондриальном супернатанте печени оценивали содержание белка, активность супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы, уровень конечных и промежуточных продуктов перекисного окисления липидов, а также общую антиоксидантную активность.

Гомогенаты печени готовили путем измельчения навески тканей на холоду с использованием гомогенизатора тефлон-стекло. Постмитохондриальный супернатант получали центрифугированием гомогената печени при 10 000 об/мин в течение 20 минут на центрифуге «Sigma» с охлаждением.

Биохимические методы включали оценку интенсивности процессов ПОЛ и определение активности ферментов антиоксидантной защиты (АОЗ). Активность каталазы определяли спектрофотометрически при длине волны 520 нм (37°C) по скорости исчезновения H_2O_2 с использованием тест-наборов фирмы «Sigma» (Германия). Активность СОД определяли спектрофотометрически при длине волны 450 нм (37°C) с использованием тест-наборов фирмы «Sigma» (Германия) [7, 8].

Уровень МДА определяли с использованием тест-наборов фирмы «Sigma» (Германия) по Владимирову Ю.А. и Арчакову А.И. [9].

Уровень диеновых конъюгатов и содержание оснований Шиффа определяли по [10]. Результаты обрабатывались общепринятыми методами вариационной статистики и выражались в виде среднеарифметической (M) и её стандартной ошибки (m). Для обработки результатов исследования использован пакет прикладных программ Statistica 6.0 for Windows.

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка изменения массы тела в контрольной и опытных группах крыс позволила установить снижение массы тела животных в первой опытной группе, в среднем на 45-50% по сравнению с контрольными крысами к 30 дню наблюдения. У животных второй опытной группы также по сравнению с контролем отмечалось снижение массы тела, но процент снижения был ниже и составил в среднем 35-37%. У крыс в условиях гипокинезии отмечалось нарушение шерстного покрова, снижение поедаемости корма, на фоне обильного потребления воды. На фоне гипокинезии, при дополнительном приеме крысами ресвератрола и альфа-токоферола состояние шерстного покрова было удовлетворительным, в меньшей степени ощущалось его нарушение, взъерошенность и выпадение шерстного покрова.

В сыворотке крови и постмитохондриальных супернатантах печени крыс на фоне 30-дневного гипокинетического стресса отмечалось снижение содержания белка как в первой, так и во второй опытных группах, в среднем на 15-20%, по сравнению с животными контрольной группы.

Оценка уровня первичных продуктов ПОЛ (диеновых конъюгатов), вторичных продуктов ПОЛ (малонового диальдегида) и конечных продуктов ПОЛ (Шиффовых оснований) свидетельствовала о повышении их уровня в динамике на 15 и 30 сутки наблюдения (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание продуктов ПОЛ в сыворотке крови и постмитохондриальном супернатанте печени крыс в условиях гипокинезии (M±m)

Показатели	Контроль	Гипокинезия 15 сутки	Гипокинезия 30 сутки
Основания Шиффа (сыворотка крови), усл.ед./мл	0,05 ± 0,01	0,08 ± 0,02	0,10 ± 0,01*
Основания Шиффа (постмитохондриальный супернатант печени), усл.ед./мл	0,08±0,1	0,16±0,02	0,19±0,03*
Диеновые конъюгаты (сыворотка крови), нмоль/мл	0,78 ± 0,02	0,85 ± 0,03	0,95 ± 0,03*
Диеновые конъюгаты (постмитохондриальный супернатант печени) нмоль/мл	0,14±0,01	0,16±0,02	0,28±0,02*
Малоновый диальдегид (сыворотка крови) нмоль/мл	3,86 ± 0,23	5,54 ± 0,36*	5,75 ± 0,31*
Малоновый диальдегид (постмитохондриальный супернатант печени) нмоль/мл	1,46±0,18	2,12±0,25	2,67±0,33*

*- различия статистически достоверны по отношению к данным в контроле

Увеличение продуктов ПОЛ на фоне сниженного уровня белка как в крови, так и в печеночной ткани крыс в условиях гипокинезии свидетельствует о снижении активности системы антиоксидантной защиты, ответственной за регуляцию свободнорадикального окисления липидов. Это может быть связано также с интенсивным расходом в условиях стресса антиоксидантных факторов, таких как витамины А, Е, С, биофлавоноиды, бета-каротин и др., что обосновывает целесообразность их дополнительного введения в организм. Повышенный уровень оснований Шиффа, малонового диальдегида и диеновых конъюгатов свидетельствует о высокой интенсификации ПОЛ и низкой эф-

фективности антиоксидантной защиты. Характерные для гипокинезии дистрофические процессы в организме проявляются в виде снижения содержания общего белка в печени и в сыворотке крови к 30 дню наблюдения на 15-20% соответственно, по сравнению с данными у крыс в контрольной группе.

Дополнительное поступление в организм ресвератрола и альфа-токоферола благоприятно сказалось на состоянии антиоксидантной системы, что проявилось в достоверном снижении в сыворотке крови и печени крыс по сравнению с первой опытной группой, продуктов ПОЛ и повышении общей антиоксидантной активности (таблица 2).

Таблица 2 – Влияния ресвератрола и альфа-токоферола на содержание продуктов перекисного окисления липидов в крови и печени крыс на 30 сутки гипокинетического стресса (M±m)

Показатели	Контроль	Гипокинезия 30 сутки	Гипокинезия 30 сутки + (ресверотрол с альфа-токоферолом)
Основания Шиффа (сыворотка крови), усл.ед./мл	0,05 ± 0,02	0,10± 0,01	0,08 ± 0,02
Основания Шиффа (постмитохондриальный супернатант печени), усл.ед./мл	0,08 ±0,01	0,19 ±0,03*	0,12 ±0,01
Диеновые конъюгаты (сыворотка крови), нмоль/мл	0,78 ± 0,02	0,95 ± 0,03*	0,80 ± 0,01
Диеновые конъюгаты (постмитохондриальный супернатант печени), нмоль/мл	0,14±0,01	0,28±0,02*	0,20±0,02
Малоновый диальдегид (сыворотка крови), нмоль/мл	3,86 ± 0,23	5,75 ± 0,31*	4,30 ± 0,40
Малоновый диальдегид (постмитохондриальный супернатант печени), нмоль/мл	1,46 ±0,18	2,67±0,33*	2,00±0,20

*- различия статистически достоверны по отношению к данным в контроле

Ресвератрол – природное биологически активное вещество из группы полифенолов, выделенное из винограда темных сортов и виноградных косточек, обладающее доказанными антиканцерогенными, гепатопротекторными и антиоксидантными свойствами [11-13]. Антиоксидантные способности ресвератрола превосходят по своей активности бета-каротин в 5 раз, витамин Е – в 50 раз, витамин С – в 20 раз. Антиоксидантные эффекты ресвератрола в значительной степени опосредуются способностью индуцировать такие антиоксидантные

ферменты, как каталаза, СОД, гемооксигеназы [14]. Подтверждением снижения антиоксидантной активности являются также изменения активности ферментов антиоксидантной системы – супероксиддисмутазы и каталазы. Как видно из данных, представленных в таблице 3, на фоне гипокинетического стресса на 15 и 30 сутки наблюдения у крыс контрольной группы в сыворотке крови и постмитохондриальном супернатанте отмечалось снижение активности ферментов антиоксидантной системы (таблица 3).

Таблица 3 – Активность ферментов антиоксидантной системы в сыворотке крови и постмитохондриальном супернатанте печени крыс на фоне гипокинетического стресса (M±m)

Показатели	Контроль	Гипокинезия на 15 сутки	Гипокинезия на 30 сутки
Активность супероксиддисмутазы (гемолизаты эритроцитов), %	38,2±2,6	19,6±1,1	15,4±1,6
Активность супероксиддисмутазы (постмитохондриальный супернатант печени), %	14,6±0,8	11,4±0,6	8,5±0,9
Активность каталазы (гемолизаты эритроцитов), мкМ/мин/мл	33,4±1,2	24,5±1,0	16,3±1,1
Активность каталазы (постмитохондриальный супернатант печени), мкМ/мин/мл	22,6±1,4	19,5±1,5	12,5±0,6

Общая антиоксидантная активность по сравнению с контролем на 15 и 30-е сутки наблюдения снизилась на фоне гипокинетического стресса на 56,0 и 85,0%, по сравнению с контролем, что подтверждает предположение о снижении антиоксидантного статуса организма крыс на фоне 30-дневной гипокинезии.

Наряду с оценкой конечных и промежуточных продуктов ПОЛнами, была изучена активность ферментов антиоксидантной защиты на фоне применения животными ресвератрола и альфа-токоферола, полученные данные приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Активность ферментов антиоксидантной системы в сыворотке крови и постмитохондриальном супернатанте печени крыс на фоне гипокинетического стресса и влияния ресвератрола и альфа-токоферола (M±m)

Показатели	Контроль	Гипокинезия на 30 сутки	Гипокинезия на 30 сутки + (ресвератрол с альфа-токоферолом)
Активность супероксиддисмутазы (сыворотка крови), %	38,2±2,6	15,4±1,1*	28,3±2,2
Активность супероксиддисмутазы (в постмитохондриальном супернатанте печени), %	14,6±0,8	8,5±0,9	12,3±0,6
Активность каталазы (сыворотка крови), мкМ/мин/мл	33,4±1,2	16,3±1,1	23,3±1,7
Активность каталазы (в постмитохондриальном супернатанте печени), мкМ/мин/мл	22,6±1,4	12,5±0,6	18,5±1,0

Как видно из данных, представленных в таблице 4, в сыворотке крови и постмитохондриальных супернатантах печени у крыс, дополни-

тельно получавших с кормом альфа-токоферол и ресвератрол, на фоне гипокинезии отмечалось повышение активности антиоксидантных фер-

ментов. Дополнительное обогащение рациона альфа-токоферолом и ресвератролом способствовало повышению общей антиоксидантной активности на 30% по сравнению с группой крыс, не получавших данные антиоксиданты на 30 сутки гипокинезии.

Таким образом, как 15-ти, так и 30-суточная гипокинезия приводит к активации процессов

перекисного окисления липидов и ингибированию ферментов антиоксидантной защиты. Включение в рацион антиоксиданта – альфа-токоферола и полифенольного соединения – ресвератрола приводит к снижению в крови и печени крыс продуктов ПОЛ, увеличению активности ферментов антиоксидантной системы и повышению общей антиоксидантной активности.

Литература

- 1 Коваленко Е.А., Гуровский Н.Н. Гипокинезия. – М.: Издательство «Медицина», 1980. – 320 с.
- 2 Киричек Л.Т., Ганзий Т.В., Кистень Н.А., Савченко В.Н., Щербакова Н.Р. Фармакологическое изучение средств интенсивной терапии при вынужденной кратковременной иммобилизации в эксперименте // Фармакодинамика современных лекарственных средств, применяемых в клинической анестезиологии и реаниматологии. Труды Харьковского медицинского института. – Харьков, 1989. – С. 54-57.
- 3 Нарымбетова Т.М. Гипокинезия и гиперкинезия как факторы риска в экстремальных условиях / Т.М. Нарымбетова, К.С. Орманбаев, Б.У. Байзакова, Н.М. Мухабетов, Б.А. Акилбеков, З.К. Рахметова // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 5 – С. 64-66.
- 4 Warren T.Y. Sedentary Behaviors Increase Risk of Cardiovascular Disease Mortality in Men / Tatiana Y. Warren, Vaughn Barry, Steven P. Hooker, Xuemei Sui, Timothy S. Church, Steven N. Blair // Med Sci Sports Exerc. 2010. May; 42(5). – P. 879–885.
- 5 Martínez-González I M Á, Physical inactivity, sedentary lifestyle and obesity in the European Union / M Á Martínez-González, J Alfredo Martínez, F B Hu, M J Gibney J Kearney // Internat Journal of obesity, November 1999, Volume 23, Number 11. – P. 1192-1201.
- 6 Жигулина В.В. Биохимический ответ на стресс (обзор литературы) // Верневолжский медицинский журнал. – 2012. – Т. 7, 32. – С. 20-27.
- 7 Blanchamp C., Fridovich I. Superoxide dismutase: Improved assays and an assay applicable to acrylamide gels // Analytical Biochemistry. – 1971. – N.44. – P. 276- 287.
- 8 Dillard C.J., Tappel A.L. Fluorescent lipid peroxidation products // Methods in Enzymology. – 1984. – V. 105. – P. 337-341.
- 9 Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. – М.: Наука, 1972. – 252 с.
- 10 Новгородцева Т.П., Эндакова Э.А., Янькова В.И. Руководство по методам исследования параметров системы «Перекисное окисление липидов-антиоксидантная защита» в биологических жидкостях. – Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2003.
- 11 Використання антиоксидантних ефектів ресвератролу у кардіологічній практиці: методичні рекомендації / Катеренчук І.П., Мякінькова Л.О., Вакуленко К.Є. [та ін.]. – Полтава, 2011.
- 12 Sung-Jun Park, Faiyaz Ahmad, Andrew Philp, Keith Baar, Tishan Williams, HaibinLuo, HengmingKe, HolgerRehmann, Ronald Taussig, Alexandra L. Brown, Myung K. Kim,1 Michael A. Beaven,3 Alex B. Burgin, Vincent Manganiello, and Jay H. Chung Resveratrol Ameliorates Aging-Related Metabolic Phenotypes by Inhibiting cAMPPHosphodiesterases // Cell. – 2012. – P. 421-431.
- 13 Dasgupta, B., and Milbrandt, J. Resveratrol stimulates AMP kinase activity in neurons // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 2007. – P. 7217–7222.
- 14 Барабой В.А. Фенольные соединения виноградной лозы: структура, антиоксидантная активность, применение // Биотехнология. – 2009. – Т. 2. – №2. – С. 67-75.

References

- 1 Kovalenko EA, Gurovsky NN. Gipokineziya. (1980) Medicine [Meditsina]. Moscow publishing house of. - 320 p. (In Russian)
- 2 Kirichek LT,GanzyTV,KistenNA, SavchenkoV N, ScherbakovaN R(1989)Pharmacological studying of means of an intensive care at the compelled short-term immobilization in an experiment//A pharmacodynamics of the modern pharmaceuticals, the application in a clinical anesthesiology and reanimatology. [Farmakologicheskoe izuchenie sredstv intensivnoj terapii pri vynuzhdennoj kratkovremennoj immobilizacii v jeksperimente. // Farmakodinamika sovremennyh lekarstvennyh sredstv, primenjamyh v klinicheskoy anesteziologii i reanimatologii. Trudy Har'kovskogo medicinskogo instituta. - Kharkov. P. 54-57. (In Russian)
- 3 NarymbetovaT M, OrmanbayevK S, BayzakovaB U, MukhabetovNM, AkilbekovB A, Rakhmetova Z K (2011) // [Hypokinesia I hyperkinesiaskak factory ryska v ekstremalnixusloviyah] Achievements of the modern natural sciences. № 5. P.64-66. (In Russian)

- 4 Tatiana Y. Warren, Vaughn B, Steven P. Hooker, Xuemei Sui, Timothy S. Church, Steven N. Blair Warren T. Y. Sedentary Behaviors Increase Risk of Cardiovascular Disease Mortality in Men (2010. May) // *Med Sci Sports Exerc.* 42(5). - P. 879–885.
- 5 M Á Martínez-González, M Á Martínez-González, J Alfredo Martínez, F B Hu, M J Gibney J Kearney. November 1999. Physical inactivity, sedentary lifestyle and obesity in the European Union // *Internat Journal of obesity*, Volume 23, Number 11. - P. 1192-1201.
- 6 Zhigulina V.V. (2012) Biochemical answer to a stress (review of literature) [*Biochimicheskiy otvet na stress*] // *Vernevolzhsky medical magazine*. - t. 7, 32. Page 20-27. (In Russian)
- 7 Blanchamp C., Fridovich I. (1971) Superoxide dismutase: Improved assays and an assay applicable to acrylamide gels // *Analytical Biochemistry* - N. 44. - P. 276- 287.
- 8 Dillard C.J., Tappel A.L. (1984) Fluorescent lipid peroxidation products // *Methods in Enzymology*. - V. 105. - P. 337-341.
- 9 Vladimirov Yu. A., Archakov (1972) A Peroxide oxidation of lipids in biological membranes. [*Perekisnoe okislenie lipidov v biologicheskikh membranah*] M.: Science. - 252 pages. (In Russian)
- 10 Novgorodtseva T. P., Endakov EA., Yankova V. I. (2003) The guide to methods of an investigation of parameters of the "Peroxide Oxidation of Lipids – Antioxidatic Protection" system in biological liquids. [*Rukovodstvo po metodam issledovaniya parametrov sistemy «Perekisnoe okislenie lipidov-antioksidantnaya zashhita» v biologicheskikh zhidkostyah*]. - Vladivostok: izdatelstvo of the Far East university (In Russian)
- 11 Viktoristannya antioksidantnih effektiv resveratrolu u kardiologichnij praktici: metodichni rekomendacii 2011 / Katerenchuk I. Item, Myaknkova L. O., Vakulenko K. S. [that in.]. - Poltava (In Russian)
- 12 Sung-Jun Park, Faiyaz Ahmad, Andrew Philp, Keith Baar, Tishan Williams, Haibin Luo, Hengming Ke, Holger Rehmann, Ronald Taussig, Alexandra L. Brown, Myung K. Kim, 1 Michael A. Beaven, 3 Alex B. Burgin, Vincent Manganiello, and Jay H. Chung (2012) Resveratrol Ameliorates Aging-Related Metabolic Phenotypes by Inhibiting cAMP Phosphodiesterases // *Cell*. P. 421-431.
- 13 Dasgupta, B., and Milbrandt, J. (2007) Resveratrol stimulates AMP kinase activity in neurons // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. - P. 7217–7222.
- 14 Baraby V. A. (2009) Phenolic connections of a grapevine: structure, antioxidatic activity, application // *Biotekhnologiya*. №2(2). - P. 67-75.

Сатымбеков Р.К., Аметов А.А.,
Сүлейменова Н.К.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
университеті, Қазақстан, Алматы қ.

**Іле өзенінің ортаңғы ағысының
флоралық құрамы мен
экологиялық жағдайы**

Мақалада Іле өзенінің Қапшағай су электростанциясынан төменгі ағысы суының, су жағалық және батпақты жерлерінің өсімдіктер жабыны мен флоралық құрамының қазіргі жағдайына баға берілген. Іле өзенінің Қапшағай су электростанциясынан төменгі ағысының суының деңгейі соңғы 40–45 жылда 60–70% төмендеген. Оның негізгі себебі Қапшағай гидроэлектростанциясы арқылы өтетін судың мөлшері шектеулі. Соған байланысты Іле өзені жайылмасын соңғы жылдары су баспаған, жағалауындағы үлкенді-кішілі көлшіктердің суы тартылып, біртіндеп тақырға айналған. Нәтижесінде өзен жағалауының суында, жартылай суда өсетін қамысты және қоғалы қопалардың жер көлемі 48% азайған, бірқатар жерлерде мүлдем жойылған. Олардың орнында батпақты жерлердің өсімдіктері пайда болған, біртіндеп жер асты суының деңгейі төмендеген, оның өзі батпақты жерлердің тақырға айналуына әкеліп соқтырған. Мұндай суы тартылған жерлерде, топырақ құрамындағы суда жеңіл еритін тұздардың концентрациясы артқан. Соған байланысты бұл жерлерде шөлдің өсімдіктері пайда болған. Олардың негізін бір жылдық голафиттер түзеді. Су және су жағалық өсімдіктердің түрлік құрамы, әсіресе олардың сандық көрсеткіші кеміген. Су тапшылығына байланысты өзен бойындағы қалыптасқан экологиялық жағдай, судың, су жағалық өсімдіктердің түрлері құрамына ғана әсер етіп қоймаған. Сонымен бірге өзен жайылмасындағы тоғайдың және шалғындықтардың өсімдіктерінің флоралық құрамы көп өзгерістерге ұшыраған.

Түйін сөздер: ассоциация, гемикриптофит, гигадофит, гидрофит, доминант, мезофит, нанофанерофит, террофит.

Satimbekov R.K., Ametov A.A.,
Suleymenova N.K.

Kazakh national university, Almaty,
Kazakhstan

**The composition and ecological
condition of flora an average
current of water in Ile river**

In article the assessment is given to a current state of vegetation and floristic water structure, coastal water and marsh plants of the delta lower watercourse of Ile river. It is noted that vegetation and floristic structure water, the coastal water and marsh plants of the delta of river Ile for the last 45 years have undergone strong change. It is connected first of all with construction of Kapchagay hydroelectric power station on the river Ile that has led to sharp reduction of volume of water in the lower watercourse, to falling of level of ground waters and considerable salinization of the soil of the delta of river Ile. Besides river Ile since 1970 year doesn't flood therefore small lakes and marsh sites of the delta have dried up that has led to reduction reed of the ragoz and the of thickets. Also the vegetation of the tygai woods was exposed to degradation. Forest forming ancient breeds have remained only on coast of the main bed of the river and its channel. On the sites of the delta separated from water sources tree species mainly dry up, remained their separate young individuals is in the worst vital state. Almost disappearing coastal water and marsh plants. They can be met only on coast of the main course and its shallow a channel.

Key words: association, dominants, gemikriptofiya, gidrofit, gidadofit, mezofit, nanofanerofit, terofit.

Сатымбеков Р.К., Аметов А.А.,
Сүлейменова Н.К.

Қазақхский национальнй
университет имени аль-Фараби,
Қазақстан, г. Алматы

**Состав и экологическое
состояние флоры среднего
течения реки Иле**

В статье дается оценка современному состоянию растительности и флористическому составу водных, прибрежно водных и болотных растений дельты нижнего течения реки Или. Отмечается, что растительность и флористический состав водных, прибрежноводных и балотных растений дельты р. Или за последние 45 лет подверглись сильному изменению, это связано прежде всего со строительством Капчагайской ГЭС на р. Иле, что привело к резкому уменьшению объема воды в нижнем течении реки, падению уровня грунтовых вод и значительному засолению почвы дельты р. Или. Помимо р. Или с 1970 годы не затопливается, в результате чего мелкие озера и заболоченные участки дельты засохла, что привело к сокращению тростниковых, рагозовых и гелмышевых зарослей. Деградация подвергалась и растительность тугайных лесов. Лесообразующие древные породы сохранились только по берегам основного русла реки и ее проток. На отделенных от источников воды участках дельты древесные породы преимущественно засохла, оставшиеся отдельные их молодые особи находятся в наихудшем жизненном состоянии.

Ключевые слова: ассоциация, гемикриптофий, гидрофит, гигадофит, доминант, мезофит, нанофанерофит, терофит.

**ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ
ОРТАҢҒЫ АҒЫСЫНЫҢ
ФЛОРАЛЫҚ ҚҰРАМЫ
МЕН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ
ЖАҒДАЙЫ****Кіріспе**

Балхаш көлі Алматы, Жамбыл және Қарағанды облыстарының шөлді аймақтарына нәр беріп тұрған үлкен су қоймасы. Әсіресе Алматы облысының шөлді аймағының экологиялық жағдайы, осы Балхаш көліне келіп құятын өзен-суларына және олардың айналасындағы үлкенді-кішілі көлшіктердің суының деңгейіне тікелей байланысты. «Сулы жер нулы» деген сөз босқа айтылмаған. Оның астарында өзендердің және көлдердің қаншама жердің өсімдіктерімен жануарлар дүниесіне, сол жерде мекендейтін халықтың тіршілігіне нәр беріп тұрғандығы жатыр. Оңтүстік Балхаш маңының экологиясының қалыпты жағдайда болуына үлкен әсер ететін өзендердің бірі Іле. Балхаш көліне жыл сайын келіп құйылатын өзен-суларының 80% осы Іле өзені арқылы өтеді. Содан да болар Іле өзені аңғарының, сонымен бірге оңтүстік Балхаш маңы шөлінің өсімдіктер жабыны мен флоралық құрамын зерттеу ботаник ғалымдардың назарынан тыс қалған емес. Іле өзені аңғарының өсімдіктер жабынының және флорасының Қапшағай су электростанциясы салынғанға дейін көптеген белгілі ботаниктер зерттеген. Оларға Р.И. Аболиннің [1-2], Поляковтың [3], (Н.И. Рубцовтың) [4], Н.И. Суворовтың [5-6], Н.И. Суворова, Н.И. Гвоздеваның [7], О.М. Диоминаның [8], Н.Т. Агееваның [9] еңбектері жатады. Олардың бірқатары Іле өзені жағалауындағы батпақты жерлердің өсімдіктеріне, әсіресе қамысты, қоғалы қопалардың алып жатқан жер көлеміне ерекше мән берген.

Мысалы, қазақ ССР Ғылым Академиясының ботаника институтының 1962 жылғы мәліметі бойынша, қамыстың республикамызда алып жатқан жер көлемі 3 млн. га құраған. Алматы облысындағы қамысты қопалардың жер көлемі 315 мың гектардан астам, ал өнімділігі гектарына 30 т шамасында болған. Облыс бойынша қамыстың жылдық өнімділігі 4725 мың тоннаны құраған (Демидовская Л.Ф., Исамбаев А.И., Елисева Л.К. [10] [80].

Н.Т. Агееваның [9] зерттеуі бойынша Іле өзені аңғарының флорасы мен өсімдіктер жабыны біркелкі болған. Жаңа пайда болған аллювиальды үйінділер (аралдар мен қайырлар)

эртүрлі шалғын өсімдіктерінен тұрған. Өзен жайылмасының сайлау жазықтықтарындағы ылғалы мол жерлерді негізінен күмәнді айлауықтан (*Calamagrostisdubia*Bge), түйнекөлеңнен (*Bolboschoems compactus (Hofm.) Drob.*) және қамыстан (*Phrogmites communis Trin.*) тұратын қалың қопалар алып жатқан. Қамыс пайдалы өсімдіктер тобына жатады. Балхаш ауданында қамыс, өзен аңғарындағы өсімдіктер жабынының басым элементтерінің бірі. Осы территориядағы қамысты қопаның алып жатқан жер көлемі 516 000 гектарды құраған. Қамысты ну қопалар өзен жағалауына ерекше сән берген. Олар өзеннің оң және сол жағалауын тұтастай жауып тұрған немесе өзеннің негізгі арнасынан кететін айналма қолтықтармен, кішігірім арықшалардың жағалауларында, құмшауыт кеңістіктермен алмасып отырған.

Фитоценологиялық тұрғыдан алғанда кәдімгі қамыстың формациясы төрт бірлестікті біріктірген: қамысты, ағашты-бұталы, талды-қамысты және жусанды-қамысты.

Қамысты бірлестік (*Phrogmites communis Trin.*) тек бірінші террасаны, өзен жайылмасын алып жатқан. Бұл өзен жайылмасының биіктігі су бетінен 60 см-ден жоғары болмаған.

Су жағалауында жіңішке қоға (*Typha angustifolia*L), теңіз түйнекшөбі (*Bolboschoenus maritimus (L.) Pall.*), кеш арамқоға (*Juncellus seratinus (Rottb.) Claske.* және қарамасақ қиякөлең (*Carex melanostachya M.B.*) өскен. Сулы-батпақты флораның басқа компоненттері бұл жерде сирек өскен. Қамыстың құрғақ салмағының жалпы өнімділігі бұл бірлестікте гектарына 159 ц құраған. Қамысты бірлестіктің алып жатқан жер көлемі 212641 га болған.

2. Ағашты-бұталы-қамысты бірлестік (*Phrogmites communis rosa ieiensis, rasa begeriana, saeix caspica eeagnus angnstifolia, Papulus diversifeia ass.*), бұл бірлестікте ағаштар мен бұталардан бірінші террасада орыстала (*Salix rossica Nas*), құбатал (*Salix wilhelmsiana M.B.*), қожақат таңқурай (*RubuscaesiusL*), үшкір жапырақты жиде (*ElaeagnusangustifoliaL.*) бірінші террасада кездеседі, бұл бірлестіктің флоралық құрамы жағынан қамысты өсімдік бірлестігінен біршама айырмашылықтары болады. Жер бетін өсімдік 65% дейін жауып тұрады. Бұл бірлестіктен орылған шөптің құрғақ салмаққа шаққандағы өнімділігі 30 цн/га. Мұнда қамыс тасқынды өзен суының қалдықтары бар сай жерлерде кездеседі. Кейде мұндай жерлерде, жер асты суы көтеріліп, жер бетіне шығып жатады. Мұндай жерлерде қамысты қопалар басым келеді. Бұл бірлестіктің жер көлемі 233 мың га тең.

3.Талды қамысты бірлестік (*Phrogmites communis-Salix wilhelmsiana ass.*) бірінші террасада аздаған жерді және аралдарды алып жатқан (15520 га). Өсімдіктер жер бетін 40% дейін жауып тұрған:

4. Жусанды-қамысты бірлестіктер (*Phrogmites communis. – Artemisia salina ass.*) екінші террасада (жайылма үсті террасада) шөлдің ландшафттарының арасындағы ашық сұр, сорлау топырақтарда өскен. Бұл жерде қамыстың биіктігі 1,5 м аспаған.

Л.П. Гвоздева [7] Оңтүстік Балхаш маңының өсімдіктер жабынын жан-жақты зерттеп, жүйеленгенде судың, сужғалық және батпақты жерлердің өсімдіктеріне ерекше тоқталған. Қапшағай су электростанциясы іске қосылғаннан кейін, Іле өзенінің ортаңғы және төменгі ағысының өсімдіктер жабыны мен флоралық құрамын [9] Р.П. Плисак [10], Н.Н. Огарь [11], З.А. Инелова [12], С.Г. Нестерева (2012) зерттеген.

Зерттеу әдістері

Өсімдіктер бірлестіктеріне геоботаникалық сипаттамалар көптен қолданылып жүрген, стандартты тәсілдің негізінде жүргізілді. Өсімдіктен гербарий жинау, оларды сеткаға салып престоу, газеттерін ауыстырып кептіру секілді жұмыстардың барлығы А.К. Скворцовтың тәсілімен жүзеге асырылды. Өсімдіктерді 9 томдық «Қазақстан флорасы» және екі томдық «Иллюстрированный определитель растений Казахстана» деген кітаптарды пайдалана отырып анықтадық. Өсімдіктердің латын және орыс тілдеріндегі атауларын [13] С.А. Абдуллина және [14] С.К. Черепановтың сводкасы бойынша алдық. Ал өсімдіктердің қазақ тіліндегі атауларын [15] С.А. Арыстанғалиев [16], Е.Р. Рамазановтың «Қазақстан өсімдіктерінің халықтық және ғылыми атаулары» атты еңбегі бойынша алынды.

Жұмыстың нәтижелері және оларды талдау

Зерттеу жұмысының мақсаты Іле өзенінің Қапшағай ГЭС кейінгі, ортаңғы ағысының су, сужғалық және батпақты жерлерінің өсімдіктер жабыны мен флоралық құрамының қазіргі жағдайына баға беру болып табылады. Ондағы өсімдіктер жабынында және олардың флоралық құрамында болып жатқан өзгерістерге ерекше мән беру.

2007 жылдары Глобалды экологиялық қордың ғылыми жобасының қолдануымен

Қазақстанның бірқатар аса маңызды сулы, батпақты жерлерінің өсімдіктер жабынына, жануарлар дүниесіне, топырағына, климатына комплексті зерттеулер жүрізілді. Бұл жобаның орындалу барысында 3 томдық монографиялық еңбек жарық көрді. Оның 1 томында Жайық өзені аңғарының және Каспий теңізі жағалауының сулы, батпақты жерлерінің өсімдіктерінің флоралық құрамына талдау жасалынған. Дәл осындай зерттеу Алакөл жағалауына және осы көлге құятын өзендердің жайылмаларындағы судың, батпақты жерлердің флорасына жүргізген. Бұл монографиялық еңбектің зерттеу жүргізілген аймақтардың экологиялық жағдайына баға беру тұрғысынан маңызы орасан зор. Біздің жүр-

гізген зерттеулеріміз тікелей осы жұмыстармен ұштасып жатыр деуге толық негіз бар. Олай дейтініміз, біздер 2014-2015 жылдың жазында, Іле өзенінің Қапшағай су электростанциясынан төменгі ағысының, суының және батпақты жерлерінің өсімдіктер жабынына геоботаникалық сипаттамалар беріп, онда кездесетін өсімдіктерді гербарифа жинап, кептіріп анықтадық. Нәтижесінде зерттеу жүргізілген аймақтың суынан, батпақты жерлерінен біздер түтікті өсімдіктердің 32 тұқымдасқа, 52 туысқа жататын 91 түрінен гербарий жинап, анықтадық. Оның 31 түрі дара жарнақтылар класына (*Monocotyledoneae*) жатса, 49 түрі қос жарнақтылар класының (*Dicotyledoneae*) өкілдері болып табылады.

1-кесте – Іле өзені ортанғы ағысы суының, сужағалық және батпақты жерлерінде кездесетін өсімдіктердің тізімі

№ п/п	Орысша атауы	Латынша атауы	Қазақша атауы	Тіршілік формалары
Қоғалар тұқымдасы, Typhaceae juss.				
1	Рогоз широколистый	<i>Typha latifolia</i> L.	Май қоға	Көп жылдық
2	Рогоз суженный	<i>Typha angustata</i> Boryet Chaub.	Жіңішке қоға	Көп жылдық
3	Рогоз узколистый	<i>Typha angustifolia</i> L.	Жекен қоға	Көп жылдық
4	Рогоз малый	<i>Typha minima</i> Funk.	Нәзік қоға	Көп жылдық
5	Рогоз бледный	<i>Typha pallida</i> Pob	Ақшыл қоға	Көп жылдық
6	Рогоз лаксмана	<i>Typha laxmanni</i> Lepech	Лаксман қоғасы	Көп жылдық
7	Тростник обыкновенный	<i>Phragmites communis</i> Trin.	Кәдімгі қамыс	Көп жылдық
Кірпібастар тұқымдасы, Sparganiceae Eng.				
8	Ежеголовка побегоносная	<i>Sparganium stoloniferum</i> Buch Ham	Тамырсабақты кірпібас	Көп жылдық
9	Ежеголовка мелкоплодная	<i>Sparganium microcarpum</i> Celak.	Ұсақжеміс кірпібас	Көп жылдық
10	Ежеголовка простая	<i>Sparganium simplex</i> Huds	Жабайы кірпібас	Көп жылдық
11	Ежеголовка маленькая	<i>Sparganium minimum</i> Hill.	Кіші кірпібас	Көп жылдық
Шыландар тұқымдасы, Potamogetonaceae Engl				
12	Заникеллия стебельчатая	<i>Zannichellia pedunculata</i> Reichb.	Сабақты сушөп	Көп жылдық
13	Заникеллия болотная	<i>Zannichellia palustris</i> L.	Батпақ сушөбі	Көп жылдық
14	Рупия морская	<i>Ruppia maritima</i> L.	Теңіз рәпиясы	Көп жылдық
15	Рдест нитевидный	<i>Potamogeton filiformis</i> Pers.	Жіпше шылаң	Көп жылдық
16	Рдест гребенчатый	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	Қазоты шылаң	Көп жылдық
17	Рдест маленький	<i>Potamogeton pusillus</i> L.	Кіші шылаң	Көп жылдық
18	Рдест разнолистый	<i>Potamogeton heterophyllus</i> Schreb	Алжапырақ ылаң	Көп жылдық
19	Рдест плавающий	<i>Potamogeton natans</i> L	Жүзгіш шылаң	Көп жылдық
20	Рдест стеблеобъемлющий	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L	Сабақорам шылаң	Көп жылдық
21	Рдест блестящий	<i>Potamogeton lucens</i> L.	Жылтыр шылаң	Көп жылдық
22	Рдест памирский	<i>Potamogeton pamiricus</i> Baagoe.	Памир шылаң	Көп жылдық
23	Рдест волосовидный	<i>Potamogeton trichoides</i> Cham.et Schlecht. Linnaea	Нәзік шылаңы	Көп жылдық

№ п/п	Орысша атауы	Латынша атауы	Қазақша атауы	Тіршілік формалары
Араматтар тұқымдасы, Juss				
24	Наяда малая	Najas minor All.	Кіші арамат	Бір жылдық
25	Морская наяда	Najas marina L.	Теңіз арамат	Бір жылдық
Елекшөптәрізділер тұқымдасы, Juncaginaceae Rich.				
26	Триостренник морской	Triglochin maritime L.	Теңізмандық үштісті	Көп жылды
27	Триостренник болотный	Triglochin palustris L.	Батпақ үштісті	Көп жылдық
Кербезгүлдер тұқымдасы, Alismataceae Vent				
28	Частуха подорожниковая	Alisma plantago – aguatica L.	Бақажапырақ кербезгүл	Көп жылдық
29	Частуха ланцетная	Alisma lanceolatum With.	Жіңішке кербезгүл	Көп жылдық
30	Частуха Лезеля	Alisma loeselii Gorski.	Лезель кербезгүлі	Көп жылдық
31	Фрелелист трилистный	Sagittaria trifolia L	Үшжапырақ ебежапырақ	Көп жылдық
Тенгебастар Тұқымдасы, Butomaceae S.F. Gray				
32	Сусак зонтичный	Butmu umbellatus L.	Ақшөкәт теңгебас	Көп жылдық
33	Лягушечник водокрас	Hydrocharis morsus	Бақааты сүөрігі	Көп жылдық
34	Пустынномятлик джунгарский	Eremopoa soongorica (Schrenk) Ro-shw	Жонғар шалқан қондырбасы	Бір жылдық
Қоңырбастар тұқымдасы, Poaceae				
35	Вейник сомнительный	Calamagrostis dubia Bge.	Күмәнді айрауық	Көп жылдық
36	Вейник наземный	Calamagrostis epigios (L.) Roth.	Құрғақтық айрауық	Көп жылдық
37	Узколистый вейник	Elymus angustus Trin.	Жіңішке қияқ	Көп жылдық
38	Луговик дернистый	Deschampsia caespitosa (L)Beauv.	Көде селдірік	Көп жылдық
39	Вейник Ложно трастшковый	Calamagrostis Pseudophragmites Koeler. (Hall.f.)	Ақөлең айрауық	Бір жылдық
40	Тростник обыкновенный	Phragmites communis Trin.	Кәдімгі қамыс	Бір жылдық
41	Ячмень короткоостистый	Hordeum brevisubulatum Link.	Тау арпа	Бір жылдық
42	Бекмания обыкновенная	Beckmannia eruciformis (L) Host.	Күренше субидайық	Бір жылдық
Қиякөлендер Тұқымдасы, Cyperaceae Juss.				
43	Осока береговая	Carex riparia Curt.	Жағалық қиякөлең	Көп жылдық
Елекшөптер тұқымдасы, Juncaceae Juss.				
44	Ситник веденский	Juncus vvedenskyi V. Novik.	Веденский елекшөбі.	Көп жылдық
45	Ситник сплюснутый	Juncus compressus Jacq.	Қысыңқы елекшөп.	Көп жылдық
46	Ситник жерара	Juncus gerardii Losis.	Жерар елекшөбі.	Көп жылдық
Талдар тұқымдасы, Salicaceae Mirb.				
47	Ива Каспийская	Salix caspica Pall.	Каспий талы	Бұталы ағашты
48	Ива вильчатая	Palix wilhelmsonia M.B.	Құбатал	Бұтал ағашты
Қалақайлар тұқымдасы, Urticaceae Engl.				
49	Крапива коноплевая	Urtica cannabina L.	Кенептүс қалақай	Көп жылдық
50	Крапива зимолубка	Rutaceae Juss	Қызыл шөптер	Көп жылдық
Тарандар тұқымдасы, Polygonaceae Lindl.				
51	Горц украинский	Rumex ucranicus Fisch	Украин қымыздығы	Бір жылдық
52	Горц британгера	Rumex crispus L	Бұйра қымыздығы	Көп жылдық

№ п/п	Орысша атауы	Латынша атауы	Қазақша атауы	Тіршілік формалары
53	Горц спорышевидный	<i>Polygonum corrigioloides</i> Jaub.Spach.	Қызылтамыр таран	Бір жылдық
54	Горц перечный	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	Бұрыш таран	Бір жылдық
55	Горц земноводный	<i>Polygonum amphidium</i> L.	Тамырдәрі таран	Көп жылдық
56	Горц шероховатый	<i>Polygonum scabrum</i> Moench.	Бұдыр таран	Бір жылдық
57	Горц щавелистый	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	Қымыздықжапырақ таран	Бір жылдық
Сарғалдақтар тұқымдасы, Ranunculaceae Juss.				
58	Лютик язычковый	<i>Ranunculus sculeratus</i> L. Sculeratus	У сарғалдақ	Бір және екі жылдық
59	Лютик китайский	<i>Ranunculus chinensis</i> Bge	Қытай сарғалдағы	Біржәне екі жылдық
60	Лютик ползучий	<i>Ranunculie repens</i> L.	Жатаған сарғалдақ	Көп жылдық
Кірестгүлділер тұқымдасы, Cruciferae Juss.				
61	Жерушник болотный	<i>Roripa palustris</i> Bess	Батпақ сарыбасы	Көп жылдық
62	Гулявник лезелиев	<i>Sisymbrium loselii</i> L.	Лезелиев сарбаскурайы	Бір және екі жылдық
63	Сердечник недотрога	<i>Cardamine impatiens</i> L.	Шыңкөтер баймана	Екі жылдық
64	Ярутки полевая	<i>Thlaspi arvense</i> L.	Егістік қанат жеміс	Бір жылдық
65	Рыжик мелкоплодный	<i>Camelina microcarpa</i> Andrz.	Ұсақжеміс арыш	Бір жылдық
66	Сумочник пастуший	<i>Capsella bursa pastoris</i> (L.) Medic .	Кәдімгі жұмыршөп	Бір жылдық
Раушан гүлділер тұқымдасы, Rosaceae Juss.				
67	Гравилат городской	<i>Geum urdanum</i> L.	Қала шыршайы	Көп жылдық
Бұршақтар тұқымдасы Fabaceae Juss.				
68	Горошек призаборный	<i>Vicia sepium</i> L.	Қара сиыр жоңышқа	Көп жылдық
69	Чина луговая	<i>Lthyrus pratensis</i> L.	Шалғын атбұршақ	Көп жылдық
70	Донник лекарственный	<i>Melilotus officinadlis</i> Deser.	Дәрі түйежоңышқа	Екі жылдық
71	Солодка уральская	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch.	Мия тамырлар	Көп жылдық
Бальзаминдер тұқымдасы, Balsaminaceae Rich.				
72	Недотрога мелкоцветная	<i>Impatiens parviflora</i> DC.	Ұсақгүл шытырлақ	Бір жылдық
Тергүлдер тұқымдасы, Lythraceae Jaume.				
73	Дербенник Прутовидный	<i>Lythrum virgatum</i> L.	Шыбықша тергүл	Көп жылдық
Күреңоттар тұқымдасы, Onagraceae Juss.				
74	Кипрей бархатный	<i>Epilobium velutinum</i> Nevski.	Жұмсақ күреңот	Көп жылдық
Галорхагилер тұқымдасы, Halorrhagidaceae R.Br. Lindl.				
75	Уруть мутовчатая	<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	Масақты егеушөп.	Көп жылдық
76	Уруть колосковая.	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Масақты егеушөп.	Көп жылдық
Атқұйрықтар тұқымдасы, Hippuridaceae Link.				
77	Хвостник Обыкновенный	<i>Hippuris vuedaris</i> L.	Кәдімгі атқұйрық	Көп жылдық
Шатырша гүлділер тұқымдасы, Umbelliferae Juss.				
78	Сныть альпийская	<i>Aegopodium alpestre</i> Leded.	Альпалық бежір	Көп жылдық
79	Порезник илийский	<i>Libanotis iliensis</i> (Lipsky) Korov.	Іле шатырбасы	Көп жылдық
Ерін гүлділер тқымдасы, Labiatae Juss				
80	Мята полевая	<i>Mentha arvensis</i> L.	Дала жалбыз	Көп жылдық
Сабынкөктер тұқымдасы, Scrophulariaceae Juss.				

№ п/п	Орысша атауы	Латынша атауы	Қазақша атауы	Тіршілік формалары
81	Вероника ключевая	<i>Veronica anagallis aquatica</i> L.	Бұлақ бөдене шөбі	Көп жылдық
82	Вероника наторная	<i>Veronica beccabunga</i> L.	Сірне бөдене шөбі	Көп жылдық
Дүңгіршектер тұқымдасы, <i>Lentibulariaceae</i> Rich.				
83	Пузырчатка обыкновенная	<i>Urticularia vulgaris</i> L.	Кәдімгі дүңгіршек	Көп жылдық
Бақа жапырақтар тұқымдасы, <i>Plantaginaceae</i> Juss.				
84	Подорожник большой	<i>Plantago major</i> L.	Жол жекендер	Бір және екі жылдық
85	Подорожник ланцетовидный	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Қандауыр бақажыпырақ	Көп жылдық
Ләйлектер тұқымдасы, <i>Rubiaceae</i> Juss.				
86	Подмаренник цепкий	<i>Galium aparine</i> L.	Жабысқақ қызылбояу	Бір жылдық
Күрделігүлділер тұқымдасы, <i>Asteraceae</i>				
87	Девясил высокий	<i>Inula helenium</i> L.	биік адыз	Көп жылдық
88	Черда трехраздельная	<i>Bidens tripartita</i> L.	Үштармақ итошаған	Бір жылдық
89	Полынь обыкновенная	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Ермен жусан	Көп жылдық
90	Полынь горькая	<i>Artemisia adsinthium</i> L.	Ащы жусан	Көп жылдық
91	Лопух войлочный	<i>Arctium tomentosum</i> Mill.	Итошаған	Екі жылдық

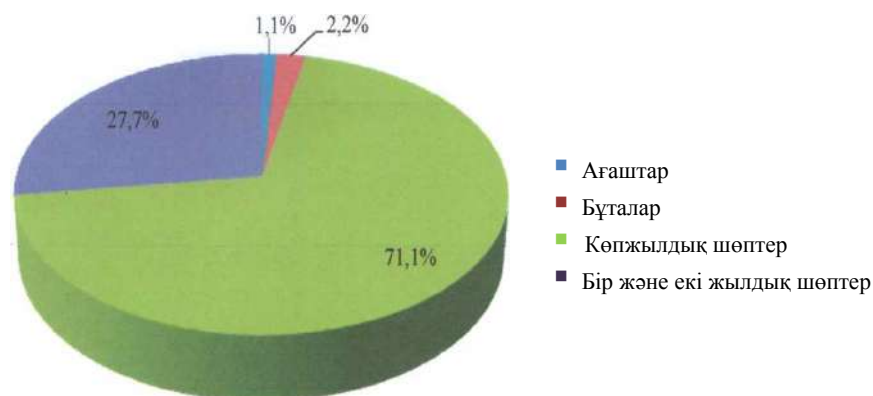
Жетекші тұқымдастардың ішінде *Potamogetanaceae* бірінші орында тұрады 12 түр немесе судың, су жағалық және батпақты жерлердің өсімдіктерінің 13,3% құрайды. Екінші орында *Poaeae* және *Polygonaceae* тұқымдары тұрады. Олардың әрқайсысында 8-ден түр бар. Бұл дегеніміз судың және батпақты жерлердің флорасының 17,6% деген сөз. Үшінші орында *Turphaceae* және *cruciferae* тұқымдастары тұрады, олардың әрқайсысында 6 түрден бар, яғни осы жердің флорасының 13,2% құрап тұр. Одан әрі *Alismatacea*, *Fabaceae*, *Sparaginiaceae* тұқымдастары тұрады, олардың әрқайсысында 4-тен түр бар. Осы үш тұқымдастың өкілдерін қосып есептесек, судың және батпақтың флорасының 17,6%-ын құрайды. Осы жоғарыда аталған жетекші тұқымдастардың өкілдері судың және батпақты жерлердің флорасының 61,7% түзеді. Қалған тұқымдастардың әрқайсысында 3-тен, 2-ден және 1-ден түр бар. Бірақ олардың әрқайсысының осы судың және батпақтың флорасының түзілуінде ерекше орын алады. Кейбір тұқымдастардың түрлік құрамы аз болғанымен, олардың дарактарының (осабтарының) сандық көрсеткіші жоғары болады. Тіптен бір түрдің особтарынан тұратын өсімдіктер бірлестігі болады. Сондықтан да, әр түрдің өзінің өсімдіктер бірлестіктерінде алатын орны болады. Ол ғасырлар бойы қалыптасқан жүйе.

Оның бұзылуы сөз жоқ, осы органың экологиясының үлкен өзгеріске ұшырауына алып келеді. Түрлік құрамы аз тұқымдастардың өкілдері судың, су жағалық және батпақты жерлердің флорасының 38,3% құрайды. Бұл аз көрсеткіш емес. Іле өзенінің Қапшағай ГЭС төменгі ағысының суының, су жағалық батпақты жерлерінің флорасының таксономиялық құрамы №2 кестеде және №1 диаграммада берілген.

2-кесте – Жоғары сатыдағы өсімдіктердің тіршілік формалары

Тіршілік формалары	Түрлер саны	
	Абсолюттік мәні	Үлесі,%
Ағаштар	1	1,1
Бұталар	2	2,2
Көпжылдық шөптер	64	71,1
Бір және екі жылдық шөптер	25	27,7

Су және су жағалық өсімдіктердің 64 түрін (71,1%) гемикриптофиттер немесе көпжылдық шөптектес өсімдіктер құрайды. 25 түрін (27,7%) терофиттер немесе бір жылдық шөптектес өсімдіктер құрайды.



1-диаграммада – Жоғары сатыдағы өсімдіктердің негізгі тіршілік формалары

Екі түр (*Salix caspica* Pall) нанофанерофит, басқаша айтқанда ағаштектес бұта және бұталардың 2 түрі (2,2%) кездеседі.

Каспий талының (*Salix caspica* Pall) су, сужағалық және батпақты жердің өсімдіктер жабынының қалыптасуындағы рөлі айтарлықтай жоғары емес. Дей тұрғанмен де бұл түр және басқа да талдардың түрлері негізі-

нен ылғалы жеткілікті ортада өсетін өсімдіктер болғандықтан су жағасында және батпақты жерлердің айналасында міндетті түрде кездесіп отырады. Бұл әдетте жерасты суының жақын жатқандығын көрсететін индикатор өсімдік болып табылады. Жалпы су, сужағалық өсімдіктердің ішінде гемикриптофиттердің басым болуы заңды құбылыс.

3-кесте – Флораның таксономиялық құрамы

Тұқымдас	Саны		Жалпы санының үлесі, %
	Туыс	Түр	
Potamogeton	3	12	13,3
Poa	6	8	8,8
Polygonum	2	8	8,8
Typha	1	6	6,6
Helianthus	6	6	6,6
Trollius	4	5	5,5
Cleome	4	4	4,4
Datisca	2	4	4,4
Sparganium	4	4	4,4
Onagra	1	3	3,3

Түрлік құрамы аз тұқымдастардың өкілдері судың, сужағалық және батпақты жерлердің флорасының 45,7%-ын құрайды. Бұл үлкен көрсеткіш.

Ең бастысы осы түрлік құрамы аз тұқымдастарға жататын бірқатар өсімдіктердің особьтарының сандық көрсеткіші біршама жоғары болады. Сондықтанда олар судың, сужағалық, батпақты жерлердің өсімдіктер жабынының қалыптасуында елеулі орын алады.

Н.В. Павловтың (1947) классификациясы бойынша Халық шаруашылығындағы маңызына қарай бұл жердің өсімдіктерін 14 топқа бөлуге болады. Олардың ішінде түрлерінің саны жағынан малазықтық тобынан құралған өсімдіктер айқын басымдыққа ие (23 түр; 25,5%).

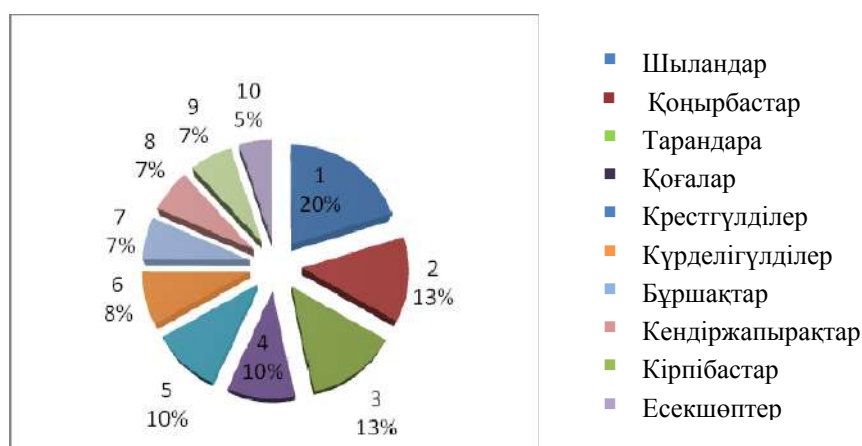
Жалпы алғанда өсімдіктердің барлық түрлері белгілі бір дәрежеде топырақты бекітіп, әртүрлі (желден және судан болатын) эрозиядан сақтайды. Бірақ бұл жерде тамырсабақты және

атпа тамырлы өсімдіктердің, көп жылдық өсімдіктердің, ағаштардың, бұталардың топырақты судан және желден болатын эрозиядан қорғауда маңызы орасан зор. Ал су жағасында кездесетін қамыс, қоға секілді туыстардың түрлері өзен жағасын эрозиядан қорғайды. Тіптен судың мөлшері көп болған жағдайдың өзінде тамырсабақты өсімдіктер өзен жағасының топырағын жақсы ұстайды.

Пайдалы өсімдік топтарынан екінші орында дәрілік өсімдіктер тұрады 16 түр (17,7%), үшінші орында арамшөптер 14 түр (15,5%) келеді, төртінші орында тағамдық өсімдіктер 11 түр (12,2%). Одан әрі төмендеу бағытында бал жинағыш өсімдіктер 9 түр; (10%), улы өсімдіктер 8 түр; (8,8%), техникалық өсімдіктер 6 түр (6,6%) орналасады.

Ал қалған топтардың әрқайсысында 2-ден, 3-тен, 4-тен өсімдік түрлері бар. Пайдалы өсімдік топтарының сандық үйлесімі 4-кесте мен 3-диаграммада келтірілген.

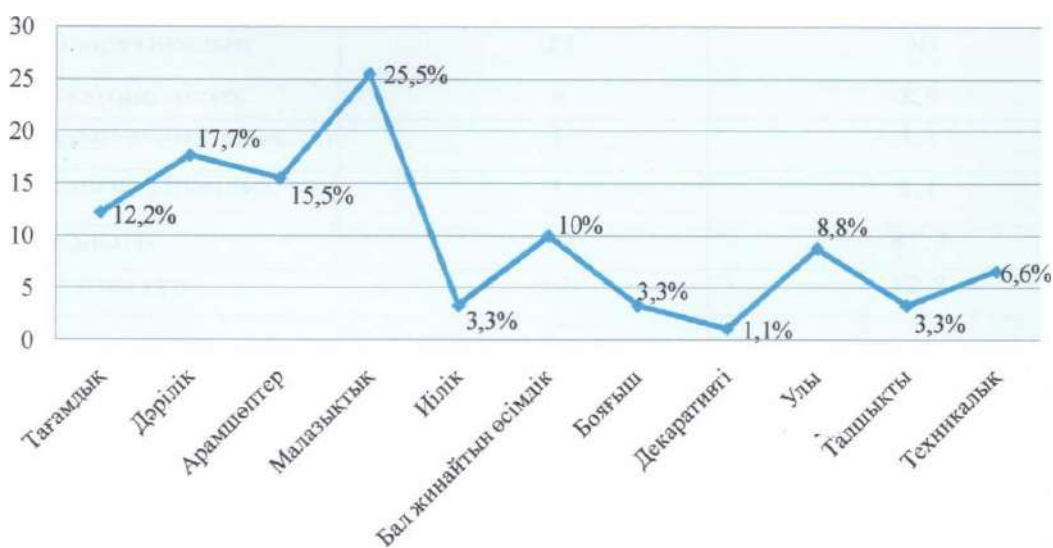
Іле өзені ортаңғы және төменгі ағысының флорасына жасалған географиялық талдаудың нәтижелері мынаны көрсетеді. Бұл жердің флорасы әртүрлі географиялық элементтердің жиынтығынан тұрады. Олардың ішінде палеарктикалық элементтер ерекше басымдыққа ие 30 түр (33,3%), екінші орында голарктикалық элементтер 27 түр (30%), үшінші орында тұран, монғолдық элементтер 8 түр (8,8%). Өсімдіктердің географиялық таралуының статистикалық көрсеткіші 5-кестеде және 4-диаграммада берілген.



2-диаграмма – Іле өзені суының, су жағалық флорасының таксономиялық құрамы

4-кесте – Өсімдіктердің негізгі ресурстық топтарының % көрсеткіші

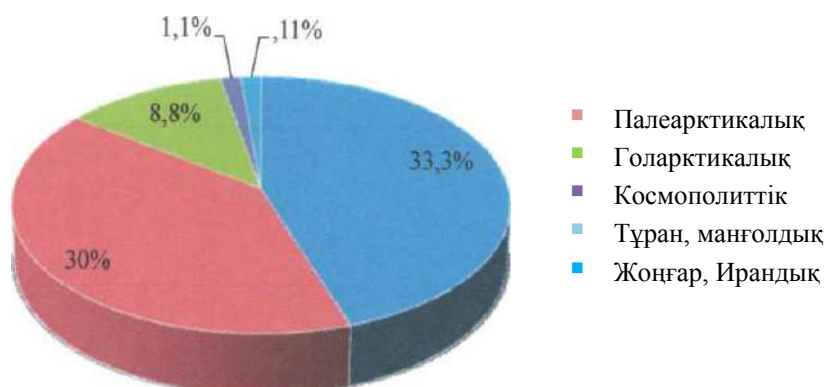
Пайдалы өсімдіктер топтары	Саны	Үлесі %
Тағамдық	11	12,2
Дәрілік	16	17,7
Арамшөптер	14	15,5
Малазықтық	23	25,5
Иілік	3	3,3
Бал жинағыш	9	10
Бояу алынатын	3	3,3
Декартивті (сәндік)	1	1,1
Улы	8	8,8
Талшықты	3	3,3
Техникалық	6	6,6



3-диаграмма – Өсімдіктердің негізгі пайдалы топтары

5-кесте – Өсімдіктердің географиялық таралуының көрсеткіші

Географиялық Орны	Түрлер саны	
	Абсолюттік мәні	Үлесі, %
Палеарктикалық	30	33,3
Голарктикалық	27	30
Космополиттік	8	8,8
Тұран-манғолдық	1	1,1
Жоңғар, Ирандық	1	1,1
Барлығы	79	87,7
Қалған түр	11	12,2



4-диаграмма – Өсімдіктердің географиялық таралуының көрсеткіші

Қалған географиялық аймақтың өсімдіктерінің түрлік құрамы 1-2 түрден аспайды, тіптен біртүрмен шектелетін географиялық аймақтарда кездеседі.

Қорытынды

Сонымен Іле өзенінің Қапшағай су электростанциясынан төменгі ағысының су, су жағалық және батпақты жерлердің өсімдіктер жабыны мен флоралық құрамына жүргізілген зерттеулердің нәтижелерін, осы аймақта Қапшағай су электростанциясы салынбай тұрғанға дейінгі және салынғаннан кейінгі жүргізілген зерттеулердің нәтижелерімен салыстыра отырып жасалған талдаудан мынадай қорытындыға келуге болады. Іле өзенінің Қапшағай су электростанциясынан төменгі ағысы суының, су жағалық және батпақты жерлерінің өсімдіктер жабыны мен флоралық құрамы соңғы 40-45 жылда көп өзгеріске ұшыраған. Оның басты себебі, 1970 жылдан Іле өзенінің Қапшағай су электростанциясынан төменгі ағысының деңгейі күрт төмендеген, өзен жайылмасын мүлдем су баспаған, өзен бойындағы үлкенді-кішілі көлшіктердің суы тартылған. Бірақ бұл процесс біртіндеп жүрген. Мысалы, 1970-1980 жылдар аралығында судан босаған жерлердің ауданы 300-500 км² аспаған. 1981-1984 жылдар аралығында суы тартылған жерлердің ауданы 800 км² артқан, ал 2010 жылы бұл көрсеткіш тағы да 339,2 км² дейін өскен. Алғашқыда суы тартылған жерлер батпаққа айналған, онда батпаққа тән өсімдіктер өскен, кейін бұл жерлер құрғап, біртіндеп тақырға айналған. Мұндай тақыр жерлерде жер асты суының деңгейі төмендеген, нәтижесінде топырақ құрамындағы суда жеңіл еритін тұздардың мөлшері едәуір артқан. Соған байланысты мұндай тақырларды біртіндеп шөлдің арамшөптері негізінен голофиттер басқан. Бұл тек Іле өзенінің төменгі ағысының ғана емес, тұтастай Оңтүстік Балхаш өңірінің экологиялық жағдайының соңғы жылдары, су тапшылығына байланысты күрт төмендегенін көрсетеді. Нәтижесінде Іле өзені аңғарының табиғи қалыптасқан өсімдіктер жабыны мен флоралық құрамы қатты өзгеріске ұшыраған. Әсіресе, бұл судың су жағалық және батпақты жерлердің өсімдіктер жабынында айқын көрініс берген. Өзен жағалауындағы үлкенді-кішілі көлшіктердің айналасындағы қамысты, қоғалы қопалардың алып жатқан жер көлемі күрт азайған, көп жерде олар мүлдем жойылған. Соған байланысты су, су жағалық және батпақты жерлердің

өсімдіктерінің түрлік құрамы, әсіресе олардың сандық көрсеткіші күрт кеміген. Су тапшылығы сонымен бірге өзен жайылмасындағы шалғындықтардың және тоғайдың өсімдіктеріне де қатты әсер еткен. Шалғындықтардағы құнды мал азықтық өсімдіктер сиреп, олардың орнын арамшөптер басқан. Тоғайдағы *Papulus diversifolia* Schrenk, *Elaeagnus axycarpa* Schlecht секілді қуаңшылыққа және топырақтың сорлануына төзімді ағаштардың өзі көп жерде қурап бұрынғы алып жатқан жер көлемі күрт кеміген. Тоғайда бұталардан құрғақшылыққа және сорланған топырақтарға жақсы бейімделген бұталардан *Tamaix ramosissima* Ledeb., *T. hispida* Willd., *T. leptostachys* Bge секілді жыңғылдың түрлерін, *Nitraria schoberi* L. *Lycium ruthenicum* Myr., *Halimodendron halodendron* (Pall.) Vass., *Holostachys belangerina* (Moq.) Botsh секілді өсімдіктерді кездестіруге болады. *Salix caspica* Pall., *S. michelsanii* Nas., *S. songarica* Anders., *Lanigera iliensis* Pojark секілді меофильді бұталардың тіршілік күйі жыл өткен сайын төмендеп, сиреп келеді. Іле өзенінің Қапшағай су электростанциясынан төменгі ағысының өсімдіктер жабынының сиреуіне, флоралық құрамының кемуіне және экологиялық жағдайының нашарлауына қосымша мынандай факторлар әсер етіп отыр. Біріншіден, тасмұрын каналы арқылы Батпақты күріш алқабын суландыруға Іле өзенінен көп мөлшерде су алынады. Бұл ансызда су тапшылығын көріп отырған Іле өзенінің төменгі ағысы алқабының өсімдіктер жабыны мен флоралық құрамының кемуіне әкеліп соқтыруда. Екіншіден, бұл маңда мал саны бұрынғы кездегіден көп артқан. Совхоздар тарағалы, жекелеген фермерлер малдарын жаз айларында бұрынғыдай тауға, жайлауға айдауды тоқтатқан. Нәтижесінде Іле, Талғар және Балхаш аудандарының малдары жыл бойы осы Іле өзені маңында болады. Әсіресе көктем, жаз және күз айларында отарымен қойлар, үйірмен жылқылар және көптеген мүйізді ірі қара малдар Ілеге суатқа түседі. Олар жаздың аптаған ыстығында, ұзақ уақыттар бойы су жағалауында болып салқындайды, ыстық басылысымен өзен жайылмасындағы шалғындарда және тоғайда жайылады. Сөйтіп пайдалы өсімдіктердің, әсіресе малазықтық өсімдіктердің түрлік құрамының және сандық көрсеткішінің кемуіне елеулі әсерін тигізіп келеді. Үшіншіден, жаз айларында Іле бойына демалушылар және балық аулаумен әуестенушілер көп келеді. Олар көп жағдайда өздерінен кейін тау болып үйілген қоқыстарды және толық сөніп бітпеген шалаларды қалдырады.

Мұндай шалалар, қайта тұтанып, көп жағдайда үлкен өртке айналып жатады. Осы жоғарыда айтылған факторлардың барлығы, әсіресе соңғы екі фактор өзен алқабының өсімдіктер жабының дегидратацияға ұшырауының басты себепшісі болып табылады. Сондықтанда, болашақта Іле өзенінің Қапшағай су электростанциясынан төменгі ағысы алқабының өсімдіктер жабыныңда, флоралық құрамында және жалпы экологиялық жағдайында болып жатқан өзгерістерді бақылауда ұстау бүгінгі күннің өзекті мәселесінің бірі болып табылады. Ол үшін Іле өзені жағалауынан, Балхаш көліне дейін бірнеше жерден бақылау учаскелерін белгілеп, оның суының, топырағының химиялық құрамына, ластану деңгейіне, өсімдіктер жабындарында

және флоралық құрамында болып жатқан өзгерістерге тұрақты түрде мониторинг жүргізіп отыру қажет. Онсыз бұл алқаптың өсімдіктер жабының дегидратацияға, топырағының эрозияға ұшырауы қайта қалпына келмитіндей жағдайға ауысып кетуі әбден мүмкін. Егер ондай жағдай орын алып жатса, соңы үлкен экологиялық қасіретке алып келеді. Себебі табиғатта ғасырлар бойы қалыптасқан өсімдіктер жабының және олардың флоралық құрамының тепе-теңдігі бұзылады. Мұндай жағдайда алдымен сирек кездесетін эндемдік және реликт түрлер жайылады. Олар Қазақстан флорасының аса құнды генофонды болып табылады. Мұндай қасіреттің алдын алып, оны болдырмаудың жолын іздеген жөн.

Әдебиеттер

- 1 Скворцов А.К. Гербарий. Пособие по методике и технике. – М.: Наука, 1977. – 199 с.
- 2 Флора Казахстана. В 9 томах. Т. 1-9. – Алма-ата, 1956-1966.
- 3 Иллюстрированный определитель растений Казахстана. Т.1. «Наука» Казахской ССР. – Алма-Ата, 1969-1972.
- 4 Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана. 1998. – 187 с.
- 5 Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. Университет Кэмбридж, 1995. – 516 с.
- 6 Почва Казахской ССР. Том 4. Алма-Атинская область. «Наука» КазССР. – Алма-Ата, 1962
- 7 Чабан П.С. Тугайные леса Казахстана. «Труды КазНИИ лесн. хоз-ва». 1961. – Т. 3.
- 8 Агеева Н.Т. Приильские тростники. Труды института ботаники АН КазССР, 1964, 3 том 19. – 63-75 с.

References

- 1 Skvorcov A.K. Gerbarii. Gratuity of methods and technics. – M.: Science, of the Kazakh SSR, 1977. – 199 p.
- 2 Flora of Kazakhstan. – V.1– 9. Alma-Ata, 1956-1966.
- 3 Illustrated determinant of Kazakhstan plants. – Almaty, 1969. V.1, V.2. «Science» of the Kazakh SSR. – Alma-Ata, 1969-1972
- 4 Abdullina S.A. List of vascular plants in Kazakhstan / ed. p. with 187.- 1998.
- 5 Cherepanov SK Vascular plants of Russia and neighboring countries. University of Cambridge, p. with 516 -1995.
- 6 Soil Kazakh SSR. Volume 4, Alma-Ata region. «Science» KazSSR.- Alma Ata 1962
- 7 PS Chaban Riparian forests in Kazakhstan. «Proceedings of the Kazakh Research Institute of Forest. households Islands. « 1961 Vol.3
- 8 Ageev NT Priiliyskie reeds. Proceedings of the Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR, 1964. 19. 3tom p. 63-75.

Инелова З.А., Нестерова С.Г.,
Толымбек Қ., Қадырбек Р.

Әл-Фараби атындағы Қазақ
ұлттық университеті,
Қазақстан, Алматы қ.

Жаркент ойпатының флорасына экологиялық талдау

Inelova Z.A., Nesterova S.G.,
Tolymbek K., Kadyrbek R.
Al-Farabi kazakh national university,
Kazakhstan, Almaty

Ecological Analysis flora Zharkent basin

Инелова З.А., Нестерова С.Г.,
Толымбек Қ., Қадырбек Р.

Қазақхский национальнй
университет имени аль-Фараби,
Қазақстан, г. Алматы

Экологический анализ флоры Жаркентской Котловины

Аймақтың флорасына жүргізілген экологиялық талдау экологиялық типтердің алуан түрлілігін көрсетті. Жаркент ойпаты флорасының негізін жабықтұқымды өсімдіктер құрайды. Зерттеу ауданының флорасы үнемі суға тәуелділігіне байланысты өзгеріске ұшырап отырады, сондықтан олардың 5 экологиялық тобы (ксерофиттер, мезоксерофиттер, мезофиттер, ксеромезофиттер және гигрофиттер) анықталды. Ксерофиттер (165 түр – 28,49%) – құрғақ жерлердің өсімдіктері, топырақтық және атмосфералық құрғақшылыққа – ылғалдылықтың айтарлықтай жеткіліксіздігіне төзімді келеді. Мезоксерофиттер (150 түр – 25,90%) – құмды, сазды таулы территорияларға, сондай-ақ тоғайлы жерлер тән. Мезофиттер (135 түр – 23,31%) – сумен қамтылуы орташа жағдайда өмірге сүруге бейімделген түрлер. Ксеромезофиттер (121 түр – 20,89%) – Жаркент ойпатының флорасындағы мезофиттер мен мезоксерофиттердің арасындағы аралық экологиялық тип. Гигрофиттер (8 түр – 1,38%) – бұл ауаның және топырақтың ылғалдылығы жоғары жерде тіршілік ететін өсімдіктер. К.Раункиер бойынша зерттеліп отырған территория флорасында биологиялық типтер арасында гемикриптофиттер (263 түр – 45,42%), криптофиттер (30 түр – 5,18%) және терофиттер (203 түр – 35,06%) басым. И.Г. Серебряков бойынша басым түрлердің саны – шөптесін поликарпиктер (285 түр – 49,22%), түрлерінің үлкен бөлігі тамыр өзекті шөптесін поликарпик класс тармағына жатады.

Түйін сөздер: флора, туыс, түр, ксерофит, мезоксерофит, мезофит, ксеромезофит, гигрофит.

The carried-out ecological analysis of flora of the region has shown a variety of ecological types. The basis of flora of the Zharkent lowland is made by angiospermous plants. 5 ecological groups of plants, namely kserofit, meзоксерofit, mezofit, kseromezofit and gigrifit are defined. Kserofit (165 types-28/49 %) – plants of the dry earth because of not sufficiency of moisture are given by firmness to soil and atmospheric droughts. They have various devices to conditions of a lack of moisture: strongly developed root system which is water carrying out system. *Ephedra distachya* L., *Ceratocarpus arenarius* L., *C. utriculosus* Bluk., *Camphorosma lessingii* Lit and others. Meзоксерofit (150 types – 25, 90%) – are in sand, clay, mountain territories, and also woody places. It is *Ceratocephala falcata* (L.) Pers., *C. orthoceras* DC., *Papaver pavoninum* Schrenk, *Acanthophyllum pungens* (Bunge) Boiss. and others. The analysis of a vital form of the Zharkent lowland has shown a variety of a vital form of the prevailing plants – rhizomatous polikarpik and monokarpik. Plants grow and develop under the influence of a complex of factors, the defiant adapting reactions. The main incentive of evolution of flora is fight against humidity, has proved formation of history of modern flora of the globe of different areas.

Key words: flora, the sort, look, kserofit, meзоксерofit, mezofit, kseromezofit, gigrifit.

Проведенный экологический анализ флоры региона показал разнообразие экологических типов. Основу флоры Жаркентской низменности составляют покрытосеменные растения. Определено 5 экологических групп растений, а именно ксерофиты, мезоксерофиты, мезофиты, ксеромезофиты и гигрофиты. Ксерофиты (165 видов – 28/49%) – растения сухой земли, из-за не достаточности влаги придает стойкость почвенным и атмосферным засухам. Мезоксерофиты (150 видов – 25, 90%) находятся в песочных, глинистых, горных территориях, а также лесистых местах. Мезофиты (135 видов – 25,90%) адаптированы к жизни в средне водной обеспеченной среде. Ксеромезофиты (121 видов – 20,89%) – во флоре Жаркентской низменности, экологический тип между мезофитами и мезоксерофитами. Гигрофиты (8 видов – 1,38%) обитают в местах с высокой влажностью воздуха и почв. Анализ жизненной формы Жаркентской низменности показал разнообразие жизненной формы преобладающих растений, как корневищные поликарпики и монокарпики. Растения растут и развиваются под воздействием комплекса факторов, вызывающих адаптирующие реакции. Основным стимулом эволюции мира растений является борьба с влажностью, это доказало формирование истории современной флоры земного шара разных областей.

Ключевые слова: флора, род, вид, ксерофит, мезоксерофит, мезофит, ксеромезофит, гигрофит.

**ЖАРКЕНТ
ОЙПАТЫНЫҢ
ФЛОРАСЫНА
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ
ТАЛДАУ****Кіріспе**

Жаркент ойпаты Қытай аймағының және Қазақстанның оңтүстік-шығысының кең аймағын алып жатыр. Оның ауданы 413,000 км² құрайды, соның ішінде 353,00 км² Қазақстан аумағын құрайды. Жаркент ойпатының Қазақстандағы бөлігі Алматы облысы және Жамбыл облысының Мойынқұм, Қордай және Шу аудандарын, Қарағанды облысының Ақтоғай, Шет және Қарқаралы аудандарын, Приозерск, Балқаш қалаларын, Шығыс Қазақстан облысының Үржар, Аягөз аудандары, сонымен қатар Қытайдың Ұйғыр автономды Синцзянь ауданын қамтиды [1].

Жаркент ойпатының климаты құрғақшылығымен және қатал көрсетілген континенттілігімен ерекшеленеді. Шөл және жартылай шөлейт, ыстық, құрғақ жаз және суық қыс климатымен сипатталады. Желдің жылдамдығы жоғары емес, орташа жылдамдығы – 1,5 м/сек, жазда – 2,5 м/сек. Жаркент ойпатында жыл мезгілдері бойынша да жауын-шашын бірқалыпты таралмайды. Көбінесе жылдың жылы уақытында көбірек жауады және оның ұзақтығы суық кезге қарағанда үш есе көбірек болып келеді. Жылы кезеңде 60-80%-ды құрайды.

Жаркент ойпаты антропогендік қысымға ұшырауда. Соған байланысты шалғындықтар шөлейттенуде, топырақтардың сүеткізгіштігі нашарлап, олардың деградациясы көрініс табады [2]. Ботаникалық зерттеулер өсімдік ресурстарын тиімді пайдалану, ландшафттарды сақтау, биоценоздарды және аймақ өсімдіктерінің жеке түрлерін зерттеудің ғылыми негіздерінің талдамасы үшін қажет. Сақтау және тиімді пайдалану шараларының талдамасын істеу үшін өсімдік алуантүрлілігінің жағдайына мониторинг жүргізу қажет. Әр жеке түрдің күйін бағалау өте қиын. Сондықтан жағдайлары экосистеманы толық сипаттай алатындай индикатор түрлерді және өсімдік қауымдастықтарын таңдау қажет.

Биологиялық алуантүрлілікті сақтау мақсатында Қазақстанда қазіргі табиғи және антропогендік үдерістерді ескере отырып, түрлік алуантүрлілік объектілерінің инвентаризациясы және күйін бағалау, ерекше қорғалатын табиғи аймақтардың желісін кеңейту және бұзылған аймақтарда оларды жасанды

көбейту және қайта қалпына келтіру арқылы сирек кездесетін түрлердің табиғи популяциясын сақтау шараларын іске асыру қажет [3; 4]. Биоалуантүрлілік объектісінің бірі болып инвентаризацияны қажет ететін Жаркент ойпатының флорасы болып табылады. Осы мәселенің маңыздылығын ескере отырып, Қазақстан шөлейттенумен күресу және биологиялық алуантүрлілік туралы Конвенциясына қосылып, оны бекітті, шөлейттенумен күресу Ұлттық стратегиясын және шаралар жоспарын құрастырды [3-5].

Шығару конус аймағының орналасу рельефі үлкен 600 м-ден 400 м шегінде өзгереді. Бұл құрғақ климаттық жағдайлармен және оң жағалауының жоғары гипсометриялық орналасуымен байланысты. Шығару конусының 0,04-0,05 жететін беткі еңістері бұл жерде сол жағалауға қарағанда үлкенірек келеді. Жаркенттік ойпат пролювиальды, аллювиальды-делювиальды біріккен, кесектермен және нашар жұмырланған. Оң жағалау жазығының беті тегіс-көлбеу, бірақ үстіңгі бөліктерінде тауларға жақын маңайда көптеген әр жаққа бағытталған жыралармен бөлінген. Бұл жыралармен су ағыстары сирек болады. Салыстырмалы тереңдіктері әрқалай келіп, ұзындықтары 6-8 км-ден 12 км-ге дейін жетеді. Тау жазықтарының төменгі аймағында бөлшектену нашарланған Жаркент ойпатының топырағы ашық қызғылт карбонатты топырақ Жоңғар Алатау аймағының тау-қырлы төменгі белдеуіне тураланған. Аталған тау сілемінің 1000-750 м абсолюттік биіктікте орналасқан солтүстік және солтүстік-батыс бөлігінде ені 10-30 км болатын топырақ тегіс белдеуі құрылады. Оңтүстік бөлігінде бұлар мүлдем аз. Олар тек осы жерде Дуван-Тау тауынан батыстан шығысқа қарай созылған кең емес лента (5-10 км) күйінде кездеседі. Бұл бөлік 1500-1000 м абсолюттік биіктікте жатыр.

Сипатталатын топырақтардың белдеу рельефі үлкен бөлігі тау бөктерінің көлбеу төменгі бөлігінің жазығындағы территориясында көрсетілген. Чинджалы-Аксу өзен аралығында жазықтың бұл бөлігі едәуір өзендердің және құрғақ аңғарлар санымен кесілген. Сондықтан толқынды сипатты келеді. Белдеудің ашық қызғылтты топырақты жазық бөлігі едәуір қалың (50-100 м) орман жамылғысымен және пролювиальды-делювиальды текті ормантәріздес саздақтармен біріккен. Ал қырат төбелері көбінесе топырақтықұраушы қиыршық тастармен жамылған. Сипатталған жер қыртысының тың

аймақтарының өсімдік жамылғысында бетегежусанды ассоциация басым келеді.

Өсімдіктері, Жусанды-бетегелі жазықтар қалың емес үш қабатты жер оттылығымен сипатталады. Проективті жабыны 45-65%. Шөптердің биіктігі 30-45 см жетеді. Даланың бұл бөлігінде жеткілікті дамыған шым болмайды, сол себепті гумусқа бай емес топырақ қалыптасады. Топырақ қалыптасуға жер астындағы сулар қатыспайды. Нәтижесінде топырақ көрінісінде сор және сортаңды белгілер байқалмайды.

Ашық қызғылт карбонатты топырақтар күңгірт қызғылттармен салыстырғанда әлсіз көрсетілген түйірлі-кесектелген құрылымды аз гумуспен боялған сипатты келеді. Орташа ылғал аймақ: 0.30 (0,40) – 0.50. Аймақ құрғақ, қатты ыстық, қатты континентальды. Аязсыз кезеңнің ұзақтығы 150-180 күн. Жауын-шашын мөлшері 125-165 мм. Егіншілік аймағының территориясы жарамсыз климаттық жағдайларға, құрғақшылыққа және топырақтың жарамсыздығына байланысты көбінесе пайдаланылмайды.

Суару жағдайлары мүмкін болғанда мақтаның, күріштің, көкөніс және дәнді дақылдардың ең тез пісетін сорттарын егу рұқсат етіледі. Аязсыз кезеңнің ұзақтығы жүгеріні дақыл ретінде де сүрлем ретінде де суарып өсіруге мүмкіндік береді. Сабағын қырылудан терең қымтауда жүзім шаруашылығын дамытуына үлкен мүмкіндіктер береді.

Өзен жаймаларының өсімдіктері аса күделі және тіршілік орындарының әртүрлілігі, ала-құлалығы, жекелеген экологиялық факторлардың динамикалық үйлесімділігімен туындайды.

Орта ағыс немесе шөлдік өзен ретінде алқапта өсімдіктің орналасуында немесе құрылуына қарай өзіндік сипаты бар. Өзен аңғарында шөлденген немесе гигрофильді өсімдіктердің шұғыл үйлесімділігі бірінші кезекте көзге түседі.

Жайылымдық өсімдіктердің әр түрлі нұсқалары Іленің орта ағысында орналасады ал келесі дәйектілікпен ылғалдың табиғи түрдегі экологиялық кезегімен жүреді: Сулы-жағалаулы өсімдіктер; Шалғынды өсімдіктер; Тоғайлы-шалғынды өсімдіктер; Шалғынды-сораңды өсімдіктер; Сораңды өсімдіктер: Оазис шекарасы бойынша шөлденген өсімдіктердің көрінісі.

Сулы-жағалаулық өсімдіктердің экологиялық тіршілік ету жағдайына өзеннің бүтіндей аккумулятивті әрекеті себепші болады. Өзен жағасын құратын жырындылар мен құламалардан кейін, су лайланып әр түрлі механикалық элементтері: құм, батпақ,

шаң алып келеді. Судың біркелкі ақпауы, алқаптың сипатымен түсіндіріледі, ол әртүрлі механикалық элементтердің ірілігіне қарай тезірек өзен түбіне түсуіне көмектеседі. Жыл сайын өзен қалдықтардың жаңа қабаттарын шығарып отырады. Осылайша уақыт өте келе аралдар, құмды барқын құрайды, олардың шығанақтарына қоғалар, қоғалы-қамыс және басқа да ассоциациялар орналасады. Бұл өзен бастамаларының топырақтары тұздылау, көбіне құмды, құм құрайтын бастамалармен.

Зерттелген аймақта бірнеше өсімдік қауымдастықтар кездеседі. Оларды біз тип бойынша топтастырдық [6].

1. Балқаш сексеуілді шөлдері (Балқаш-косаксаульчиковые пустыни – *Arthrophytum balchascheense*).

Arthrophytum balchascheense қауымдастық оңтүстік-шығыс Қазақстанда кездеседі және салыстырмалы түрде үлкен участокті алады. *Arthrophytum balchascheense* (Iljin) Botsch., сексеуілі балқаштық-оңтүстік қазақстандық-солтүстік қашқарлық түр.

Жаркент ойпатында балқаштықсексеуілді қауымдастықтар тұздылығы жоғары топыраққа бейімделген (айрықша аққұба сортаң).

Бұл ауданда бізбен реомюриялы-балқаш-сексеуілді (*Arthrophytum balchascheense*, *Reaumuria songararica*, *Salsola orientalis*, *S. arbuscula*, *Atraphaxis spinosa*), біржылдық-сортаң-балқашсексеуілді (*Arthrophytum balchascheense*, *Horaninovia minor*, *Halimocnemis karelinii*), галофитті жартылай бұталы-балқаш-сексеуілді шөлдер сипатталды. Ақ-құба сортаң топырақтардағы аласа бойлы қарасексеуілдердің бар екендігі белгіленген.

2. Ақсоралы шөлдер (Сведовые пустыни – *Suaeda dendroides*)

Suaeda dendroides (C.A. Mey), ақсоранды-ирандық-тұрандық түр. Споралық түрде Қазақстан және Орта Азия (Каспийден бастап Қытай Жоңғарына дейін) шөлдерінде таралған.

Ақсора қауымдастықтары – Азия шөлдері үшін өте сирек тип. Қазақстанда шөлдердің бір ғана мекенжайы белгілі болып сипатталған. Қауымдастық құрамы өте алуан түрлі. Үлкен аумақты ақсоранды, кеурек-ақсоранды және құрамы бойынша көпжылдық соранды-ақсоранды қауымдастықтар алады. Ағаш тәріздес ақсораң симпегмы, сорқаңбақ, тасбүйіргін, түйетабан формациясында субдоминант ретінде келеді.

3. Ақсырқын шөлдер (Ильиниевые пустыни – *Ijinia regelii*)

Ijinia regelii, Регель ақсырқыны-турандық-жоңғарлық-гобилік түр.

Ақсырқын шөлдердің таралуы батыстық, гобидің неғұрлым аридті бөлігіне тән. Қазақстанда және Орта Азияда өте сирек жағдайда кездеседі, сәйкесінше шөл ойпаттарында: Ілелік, Ыстық-Көлдік, Ферғаналық, жалғыздан орналасу Маңғышлақта, Қызылқұмда, Кугитанг тауларында кездеседі.

Жаркент ойпатында фрагмент түрінде тым аридті шөлдер гаммады-аналог батысгобтық шөлдер келтірілген (Рычковская, 1993). Бұл жерде су айдындарында ақсырқынның жекелеп орналасуы кездеседі, ал құрғаған су аңғарларында олар қауымдастық құрады. Ақсырқын сиретілген қауымдастықтарының орындары 2-3%-дық жабынмен кездеседі. Олардың құрамына *Arthrophytum balchascheense*, *Anabasis elatior қамысады*. Құрғақ су аңғарларында әдетте кеуректі сексеуілдер кездеседі.

4. Түкжапырақты шөлдер (Симпегмовые пустыни – *Sympagma regelii*).

Sympagma regelii Bunge, симпегма Регелиясы – орталық азиялық (жоңғар-қашқар-гобилік) түр (Лавренко, Никольская, 1963). Монотипті туысқа жатады. Түрдің негізгі таралу ауданы – гобилік шөлдер. Сипатталған ауданда Ілелік, Жаркенттік ойпатта, Орталық Тянь-Шаньда (Ыстықкөл ойпаты, Нарын өз. бассейні) және Шығыс Памирде.

Олардың қатарына тасты тіршілік ортасымен байланысты: тасбүйіргінді-симпегмді (*Sumpegma regelii*, *Nanophyton erinacaeum*), бетегелі-симпегменді (*Sumpegma regelii*, *Stipa orientalis*), түйетабанды-симпегмді (*Sumpegma regelii*, *Zygophyllum pinnatum*), сондай-ақ тұзданған аудандар үшін: сорқаңбақты-симпегмді (*Sumpegma regelii*, *Kalidium schrenkianum*), бүйіргінді-симпегменді (*Sumpegma regelii*, *Anabasis salsa*) қауымдастықта кіреді.

5. Жусанды қауымдастықтар. Жусанды қауымдастықтардың эколого-физиономиялық типі *Artemisia* туысының *Seriphidium* туыс тармағы қауымдастықтарының доминант түрлерін біріктіреді. *Seriphidium* туыс тармағының жусандары аридтену (плиоцен) эпохасындағы тұрандық шөл кеңістігінде пайда болған түрлер ретінде қарастырылады. Оларды қазіргі кезде де байқалып жатқан белсенді түрде судың пайда болуымен түсіндірілетін полиморфизм ерекшелейді.

Көптеген түрлердің 3 қатарда – *Maritimae*, *Pauciflorae*, *Sublessingianae* – солтүстік тұрандық шөлдерде таралған, сондай-ақ шөлден-

ген далаларда таудың төменгі белдеулерінде және жазықтықтарда. *Turanicae* және *Validae* туысының түрлері оңтүстік тұрандық шөлдерге тән және оған шектесетін тау маңы мен аласа таулар.

1) ксерофитті формациялар *Artemisia terraealbae*, *A. semiarida*, *A. turanica*, *A. pauciflorasubsp. maicara*, *A. kemrudica*, *A. diffusa*, *A. ferganensis* – экстремаридтік типтердің тобындағы тұрандық шөлдердің жартылай бұталы флороцено типі;

2) гемиксерофитті формациялар *A. karatavica*, *A. tenuisecta*, *A. cina*, *A. transiliensis*, *A. diffusa* және *A. sublessingiana* қауымдастықтарының бөлшегі ирандық-тұрандық жартылай флороцено типінің көлемінде қарастырылады;

3) *A. juncea* формациясы – ирандық-тұрандық фриганоидтердің элементі ретінде.

Негізгі фитоценодикалық оптимум *A. turanica* – оңтүстік тұрандық шөлдерде, бірақ ол солтүстік тұранда (негізінен орта жолақта) содоминант ретінде қара доланалы қауымдастықтарда айтарлықтай кең таралған. Жетісулық жусанды шөлдер (*Artemisia heptapotamica*) – *Artemisia heptapotamica* *Ljak*, жетісулық жусан. Жетісулық жусанның қауымдастықтары тау маңы зонасына, аз тұздалған, аздап ұсақтасты, шөлдік құба және сұр топыраққа бейімдеген. Қауымдастықтың 3 ірі тобы ажыратылады:

1) астықтұқымдасты-жеті сулы жусанды (эфемероидтың қатысынсыз);

2) эфемероидтің қатысымен жетісулық жусанды;

3) жетісулық жусанды Жаркент ойпатының жоғарғы және тау маңы жазықтықтарының құба топырақтарын алып жатыр, биіктігінің амплитудасы теңіз деңгейінен 1200-1400 м. Территорияның басым бөлігінің құба және сұр топырақтарында өсімдік жамылғысында тау маңы далалы шөлдерінде астықтұқымдасты-изенді-жетісулық жусанның біртекті массиві бар.

Топырақтың ұсақталуы көбейіп кеткенде *Stipa caucasica*, *S. orientalis*, *Lagochilus bungei*, *Ephedra distachya* пайда болады. Тауларға жақын жерлерде бетеге мен бозшалғынды қауымдастықтар пайда болады. Қауымдастықты 60-70% жоғары проективті жабындық ерекшелейді. Тау маңы жусандарына тән түрлердің қатарына *Allium caesium* және *Astragalus lanuginosus* атауға болады. Аздаған түрде *Lappula microcarpa*, *Alessum dasicarpum*, *Trogonella orthoceras* кездеседі. Қазіргі уақытта интенсивті түсіммен, екіншілік туынды қауымдастықтар кең таранымға ие болған: біржылдық соранды-жусанды және біржылдық соранды. Бұл ауданда

жусандарда әдетте эфемероидтардың синузиясы байқалады.

Көпжылдық соранды шөлдер, экологиялық физиономиялық тип. Көпжылдық-соранды шөл қауымдастықтарын біріктіреді, *Chenopodiaceae* (*Salsola*, *Anabasis*, *Nanophyton*, *Suaeda* және т.б.) тұқымдасының өкілдері доминант болып есептеледі, сондай-ақ ол топқа экологиясы және бейнесі бойынша *Tamaricaceae-Reaumurria songarica* тұқымдасы жатады. Негізінен бұлар биіктігі 20-50 см. жартылай бұталар, ксерофильді, балшықты және құмды топырақтарда автоморфты, жиі жағдайда гипсті, карбонатты, ұсақтасты және тасты, ылғи ылғал жеткіліксіз жағдайда және тұзданғанда қауымдастық құрады.

Көпжылдық соранды шөлдердегі ортақ зерттеулер осыдан жарты ғасыр бұрын Л.Е. Родин мен Н.И. Рубцовпен (1956) м. 1:4 000 000 (1954) зерттелген.

Геоботаникалық шолу картасының негізінде жасалған. Монографияда «СССР өсімдік жамылғысы» жусанды шөлдердің соранды шөлдермен үйлесімділігі көрсетілген. Кейінірек доминант түрлерге, көпжылдық соранды шөлдерге арналған систематика, ботаникалық география, экология және геоботаника саласында әр түрлі зерттеу жұмыстары жүргізілді. *Chenopodiaceae* тұқымдасының көптеген түрлерінің пайда болу және орналасу тарихы бор дәуіріне келеді. Жоғарыда аталған туыстар Ежелгі Жерорта флорасының негізін құрайды және Сахара-Гобилік шөл облысында басым кездеседі. Осы кеңістік шөлдік түрлердің пайда болуы мен таралу аренасы болды. Белсенді газ пайда болу мен климаттың аридизациясы көптеген түрлердің ареалының бөлектенуіне және қысқаруына себепкер болды. Қазіргі жекелеген түрлердің немесе жақын түр топтарының даралануы плейстоценде немесе одан кешірек жүрген. Мысалы, оңтүстік тұрандық *Salsola gemmascens* үшін жақын туыстас:

S. nodulosa – Кавказдық, ал *S. passerina* – шығыстық түр. *Laricifilia* Жоңғарда таралған және шығыс Гобиде доминант, Орталық Гоби мен Қашқарда кездеспейді. *Nanophyton* туысы 8 түрмен көрсетілген. Орталық Азия мен Қазақстан территориясының жазықтықтарында полиморфты солтүстік тұрандық *Nanophyton erinaceum* басым, бұл түрдің қалған туыстары аридті аласатауларға тән және ареалының кішірею тенденциясы байқалады. Систематикалық түрде *Nanophyton* туысына жақын – Орта Азиялық туыс *Sumprgma* және монотипті туыс *Rhaphidophyton*, Орта Азиялық аласа тауларында оқшау таралған.

Жаркент ойпатының өсімдіктерінің және флорасының зерттеу тарихы ертеректегі Жетісу өлкесінің мәліметтерімен тығыз байланысты. XVIII ғасырдың екінші жартысында Жетісуды И. Сиверс және П.С. Паллас академиктерінің еңбектерінде қозғалады. Жетісу өсімдіктері туралы алғаш рет ақпараттар келтіріледі. XIX ғасырдың қырқыншы жылдары А.И. Шренк солтүстік Жоңғар және Балқаш өзенінің айналасымен экспедиция жүргізді. Ол Ф.Б. Фишер және К.А. Майер талдау жүргізген кең ауқымды ботаникалық коллекциялар жинады. А.И. Шренкпен қатарлас 1840-1842 жылдары Жоңғарияға флорист Г.С. Карелин студенті И.П. Кирилловпен саяхат жасаған болатын. Г.С. Карелин Тарбағатайда, Жоңғар Алатауында болып, Балқаш көлін аралаған. Оның ботаникалық коллекциялары он шақты жаңа туыстарды, жүздеген жаңа түрлерді, сирек және қызықты өсімдіктерді қамтиды. Ол жиналғандардың тізімін құрайтын 6 флористикалық жұмыстар жазған.

1876 және 1885 жылдары Э. Регель, А.М. Фетисов Түркістанды толық зерттеген, сонымен қатар Жетісуді зерттей келе өсімдіктердің үлкен коллекциясын жинаған.

1885 жылы Шығыс Тянь-Шанда жол-жөнекей және флористикалық жинаулар жүргізе отырып Н.М. Пржевальскийдің экспедициясы жұмыс істеген.

1886 жылы ботаник-географ А.Н. Краснов Балқаш көлін және Іле өзенін зерттеген. Ол Орталық Азия үшін алғаш рет өсімдіктерге рельефіне байланысты аймақтық сипаттау берген болатын.

1902 – 1904 жылдары Тянь-Шанда арасында жаңа түрлер кездесетін өсімдіктердің үлкен коллекциясын жинаған ботаник В.В. Сапожниковтың экспедициясы болған.

1916 жылы геоботаник, топырақ зерттеуші Р.И. Аболин Верный – Қотырбұлақ және Талғар бағыты бойынша топырақты-ботаникалық зерттеу жүргізген.

1924 – 1926 жылдары танымал геоботаник Р.И. Аболин Қырғызстанның солтүстік бөлігі бойынша, Бетпақдала, Мойынқұм шөлдері бойынша, Шу-Іле тауларынан Алматыға дейін ұзақ саяхат жүргізген.

1924 жылы ол Жетісуда жұмыс істеген. Ол күздік және қыстық жайылымдарды, пішен дайындау өлшемдерін, сонымен қатар дайындалған пішендерді пайдалана отырып сақтау шарттарын және оның сапасын сипаттаған.

1937 – 1938 жж. Н.И. Рубцов Жоңғар Алатауының оңтүстік бөктерінде гербарий

жинау және геоботаникалық зерттеулер жүргізіп, 1956 ж. «Солтүстік Тянь-Шань флорасы және оның географиялық байланыстары» мақаласын шығарған. Мақалада ол флористикалық құрамын және флораның географо-генетикалық элементтерін талдайды, соның ішінде Солтүстік Тянь-Шань жүйесіне кіретін Іле-Алатауға талдау жүргізген.

XX ғасырдың 50-шы жылдары аймақты шаруашылық игеру мақсатында Іле-Балқаш аумағын жан-жақты зерттеу басталған. Осыған Б.К. Штегман (1941-1945 жж.) жұмыстары, сонымен қатар АН КазССР Іле комплексті экспедициясының жұмыстары (1944 ж.) арналған. Ондатр көбейту шаруашылығы ұйымдастыру жоспарланғанына байланысты Б.К. Штегман осы аймақтың өсімдіктерін өзен атырауының бедерін, ағынды атырау арналарының және суайдынының сипатын зерттеген.

Жаркент ойпатының зерттеу тарихында осы аймақтың флорасындағы өсімдіктердің пайдалы түрлерін зерттеу туралы мәліметтер бар. Жеке алғанда қызылмия тоғайы зерттелген. Осы бағалы дәрілік-техникалық өсімдіктің тоғайы 1970 жылдарға дейінгі кезеңде 15,7 мың га құрғақ тамыр қорымен есептегенде 2,9 мың га аймақты алған. 1980-1993 жылдардағы зерттеу нәтижесі бойынша олар 10,87 мың га т құрғақ тамыр қорымен есептегенде 2,7 мың га дейін қысқарды. Осы кезеңде тоғай өнімділігінің 30% төмендеуі байқалды [7].

Зерттеу нәтижелері және олардың талдау

Зерттеу ауданының флорасы үнемі суға тәуелді болып өзгеріп отырады, келесідей топтар ажыратылды: ксерофиттер, мезоксерофиттер, мезофиттер, ксеромезофиттер және гигрофиттер (1-кесте) [8-9].

Жаркент ойпаты флорасының экологиялық талдау нәтижесі бойынша, топырақ ылғалдылығына қатысты топтарының классификациясы негізге алынған, өсімдік түрлерінің көп бөлігін ылғалдылық кезеңмен немесе үнемі жеткіліксіз жағдайда өсуге бейімделген ксерофиттер құрайтындығы анықталған (165 түр – 28,49%). Олар сумен қамтылуы төмен жағдайға бейімделген [10]. Ксерофиттер – құрғақ жерлердің өсімдіктері, топырақтық және атмосфералық құрғақшылыққа – ылғалдылықтың айтарлықтай жеткіліксіздігіне төзімді келеді. Олар ылғалдылық жеткіліксіз болған жағдайда әртүрлі бейімделушілікке ие: тамыр жүйесі күшті дамыған, су өткізгіш жүйесі (сондай-ақ, жапырақтарында

қалың түтікшелердің орналасуы), жапырақ пластинкалары қатты кеміген, күшті тін жамылғылары бар (жуан қабырғалы, қалың «киізді» түсім құрайтын түтікшелердің және бездерінің көп қатпарлы эпидермисі). Ксерофиттерге

Ephedra distachya L., *Ceratocarpus arenarius L.*, *C. utriculosus Bluk.*, *Camphorosma lessingii Lit.* және т.б. жатады. Сондай-ақ, барлық псаммофиттер ксерофиттер болып келеді – сексеуіл, жүзгін және т.б.

1-кесте – Жаркент ойпатындағы флора түрлерін тіршілік ету орнының типтік бейімделуіне қарай орналастыру

Экологиялық тип	Өсіп жетілу орнының типі	Түр саны	Ортақ түрлердің саны %-нан
Ксерофиттер	Қатты су жетіспеген кезеңде	165	28,49
Мезоксерофиттер	Ылғал жетіспеген кезеңде	150	25,90
Мезофиттер	Су жеткілікті болған кезеңде	135	23,31
Ксеромезофиттер	Құрғақшылық кезеңде	121	20,89
Гигрофиттер	Мол ылғалдылық кезеңде	8	1,38
Барлығы:		579	100

Екінші орынды мезоксерофиттер алады (150 түр – 25,90%). Бұл өсімдіктер, топырақтағы ылғалдылық қоры орташа, ксеромезофиттер және евксерофиттер арасындағы аралық ылғалдылық [11]. Мезоксерофиттер құмды, сазды таулы территорияларға, сондай-ақ тоғайлы жерлер тән. Бұл *Ceratocephala falcata (L.) Pers.*, *C. orthoceras DC.*, *Papaver pavoninum Schrenk*, *Acanthophyllum pungens (Bunge) Boiss* және басқалар.

Үшінші экологиялық тип – мезофиттер (135 түр – 23,31%) – сумен қамтылуы орташа жағдайда тіршілік етуге бейімделген түрлер (ауа мен топырақ ылғалдылығы орташа). Берілген экологиялық топтың өсімдіктері өзен алабына және тоғайға сипатты. Мұндай түрлерге *Equisetum arvense L.*, *Thalictrum flavum L.*, *Th. isopyroides C.A. Mey* және басқалары жатады. Бұл топқа көктемгі флораны қалыптастыратын эфемерлер және эфемероидтар да жатады [12].

Төртінші орынды ксеромезофиттер (121 түр – 20,89%) – Жаркент ойпатының флорасындағы мезофиттер мен мезоксерофиттердің арасындағы аралық экологиялық тип. Зерттеу аймағының флорасында олардың 121 түрі немесе 20,89% бар. Бұл өсімдіктер, топырақтағы ылғалдылық қоры орташадан біршама төмен жағдайға өсуге бейімделген (Быков, 1967). Ксеромезофиттер, тіршілік мекені мерзімімен құрғақ түрлер – *Delphinium camptocarpum Fich. et C.A. Mey.*, *Hypocoum parviflorum Kar. et Kir.*, *H. trilobum Trautv.*, *Nanophyton erinaceum (Pall.) Bunge* және басқалар.

Бесінші экологиялық тип – гигрофиттер (8 түр – 1,38%). Гигрофиттер – бұл ауаның жә-

не топырақтың ылғалдылығы жоғары жерде тіршілік ететін өсімдіктер. Өзен аңғарында айқын байқалатын гигрофитті флора – шөптесін өсімдіктер: *Polygonum amphibium L.*, *Cicula virosa L.*, *Scirpus tabernaemontani C.C.Gmel.*, *S. triquetiformis (V.Krecz) Egor.*

Жаркент ойпатының тіршілік формасының талдауы 2-кестеде көрсетілген. Тіршілік формасы бойынша Жаркент ойпатының флорасындағы топтар арасында саны бойынша екінші орынды – шөптесін монокарпиктер алады (285 түр – 49,22%). Олардың арасында үлкен бөлімі бөліп шығарушы өркендері бар суккулент емес типтегі монокарпик шөптерге жатады: бұған екі жылдықтар, бір жылдықтар, сондай-ақ эфемерлер кіреді. Жартылай паразиттік немесе паразит шөптесін монокарпиктерден *Orobancha cumana Wallr.* Сондай-ақ, біржылдықтар көп жағдайда арамшөпті-рудеральды түрлермен көрсетілген, олардың талдауы төменде келтірілетін болады.

Жаркент ойпатының тіршілік формасының айтарлықтай саны: ағаш (*Armeniaca vulgaris Lam.*, *Malus sieversii (Ledeb.) M. Roem.* *Populus diversifolia Schrenk.* және басқалар) және бұталар (*Salix hastata L.*, *Haloxylon ammodendron (C.A. Mey) Bunge.*, *Berberis iliensis M. pop.* *Tamarix arceuthoides Bunge* және басқалар) [13].

Бұталар арасында (2 түр – 0,34%) ксероморфты белгілерімен – *Ephedra distachya L.*, *Atraphaxis compacta Ledeb.*

Жартылай бұталар мен бұтақшалар (бұтақшалар – *Arthrophytum korovin ii Botsch.*, *Camphorosma lessingii Litv.*, *Kochia prostrata (L.)*

Schrad., *Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bunge және басқалар, жартылай бұтақшалар – *Sympegma regelii* Bunge., *Arthrophytum iliense* Пјin., *Anaba-*

sis elatior (C.A.Mey.) Schischk, *Artemisia terrae-albae* Krasch. және т.б.) өзіне бар болғаны 20 түрді қосады. (3,45%) (2-кесте).

2-кесте – И.Г. Серебряков бойынша Жаркент ойпатының флора түрлерін орналастыру [8]

Тіршілік формасы	Түр саны	Ортақ түрлердің саны,%
Ағаш (жас ағаш)	9	1,55
Бұталар	42	7,25
Бұтақшалар	2	0,34
Жартылай бұталар мен бұтақшалар	20	3,45
Шөптесін поликарпик	285	49,22
Монокарпты шөптер	221	38,16
Барлығы:	579	100

Жаркент ойпатының тіршілік формасының талдауы барлық тамыр өзекті поликарпиктер мен монокарпик шөптесін өсімдік түрлерінің болуын, бұл аридті территорияның әдепкі белгілері болып табылатындығын көрсетті. Бұталы және жартылай бұталы түрлердің көп бөлігі ксерофитті тип, бұл берілген аймақтың флорасында шөл даланың элементтерінің бар екендігін сипаттайды. Бірақ, көптеген зерттеушілер түрлерді И.Г. Серебряков бойынша тіршілік формаларына орналастыру флораның толық

биологиялық сипатын қамтымайды, ал К.Раункиердің «биологиялық тип» жүйесі түрлердің сол немесе басқа флораның қолайсыз кезеңді өткізуіне бейімделушілігін көрсетеді. Себебі, ол топырақ бетіне қатысты қайта бүршіктену нүктесінің орналасуына негізделеді дейді [14]. Осыған орай біз зерттеп отырған ауданның флорасын К. Раункиердің түрлерді «биологиялық типтер» арасында орналастыруын 3-кестеде келтірдік. Жаркент ойпаты флорасының биологиялық спектрі келесідей көрсетілген.

3-кесте – Жаркент ойпаты флора түрлерінің К. Раункиердің «биологиялық тип» бойынша орналастырылуы

К. Раункиер «биологиялық тип»	Түр саны	Ортақ түрлердің саны %-нан
Фанерофиттер	54	9,33
Хамефиттер	29	5,01
Гемикриптофиттер	263	45,42
Криптофиттер	30	5,18
Терофиттер	203	35,06
Барлығы:	579	100

Қорытынды

Қорыта келгенде, аймақтың флорасына жүргізілген экологиялық талдау экологиялық типтердің алуан түрлілігін көрсетті. Өсімдіктердің 5 экологиялық тобы анықталды олар: (ксерофиттер, мезоксерофиттер, мезофиттер, ксеромезофиттер және гигрофиттер) анықталды. Бұл 5 экологиялық топтың доминанттылығы

Жаркент ойпатының ішкі континенталдылығын дәлелдейді. Зерттеліп отырған территория флорасында биологиялық типтер арасында гемикриптофиттер (263 түр немесе 45,42%), криптофиттер (30 түр – 5,18%) және терофиттер (203 түр немесе 35,06%) басым (К.Раункиер бойынша). Түрлердің саны бойынша басымы – шөптесін поликарпиктер (285 түр немесе 49,22%), түрлерінің үлкен бөлігі тамыр өзекті шөптесін

поликарпик класс тармағына жатады (И.Г. Серебряков бойынша). Бұталы және жартылай бұталы түрлердің көп бөлігі ксерофитті тип, бұл берілген аймақтың флорасында шөл даланың элементтерінің бар екендігін сипаттайды.

Жаркент ойпаты флорасының экологиялық анализінің нәтижесі бойынша, то-

пырақ ылғалдылығына қатысты топтарының классификациясы негізге алынған, өсімдік түрлерінің көп бөлігін ылғалдылығы кезеңмен немесе үнемі жеткіліксіз жағдайда өсуге бейімделген ксерофиттер құрайтындығы анықталған. Олар сумен қамтылуы төмен жағдайға бейімделген.

Әдебиеттер

- 1 Ломонович М.И. Рельеф (1963). Геология // Илийская долина ее природа и ресурсы. – Алма Ата, 90 с.
- 2 Плисак Р.П., Огарь Н.П (1990). Об охране тугайной растительности низовьев р. Или // Природные ресурсы Или-Балхашского региона. – Алма-Ата, 179-184 с.
- 3 Концепция экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы. – Астана, 2005. 43 с. ISBN
- 4 Конвенция о биологическом разнообразии. – ЮНЕП, 1992, 39 с.
- 5 Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием. – ЮНЕП, 1995.
- 6 Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) – СПб., 2003. ISBN
- 7 Культиясов И.М. (1982). Экология растений. – М.: Московского университета, 348 с.
- 8 Фишер И.В. (1884) Озеро Балхаш и течение р. Или от пос. Илийского до ее устья. – СПб.: Зап. Сиб. отд. ИРГО, Кн. 6. 20 с.
- 9 Аболин Р.И. (1930). От пустынных степей Прибалхашья до снежных вершин Хан-Тенгри. – Л., 174 с.
- 10 Горышена Т.К. (1979). Экология растений. – М.: Высш. школа, 362 с.
- 11 Лотова Л.И. (2007). Ботаника. Морфология и анатомия высших растений. – М.: Ком Книга, 295-306 с. ISBN, Быков Б.А. (1988). Экологический словарь. – Алма-Ата: Наука, 212 с.
- 12 Серебряков И.Г. (1952). Морфология вегетативных органов высших растений. – М., 390 с.
- 13 Серебряков И.Г. (1978). Экологические группы и жизненные формы растений // Ботаника (Анатомия и морфология растений). – М., 431-461 с.
- 14 Раункиер С. (1934). Формы жизни растений и статистической географии растений. – Оксфорд.: Clarendon Press, 632 с.

References

- 1 Lomonovich M.I. (1963). Relief. Geology // Ili Valley its nature and resources. – Almaty, 90 s.
- 2 Plisak R.P., Ogar N.P. (1990). On the Protection of the lower reaches of tugai vegetation. Or // Natural resources of the Ili-Balkhash region. – Almaty, 179-184 s.
- 3 The Concept of Environmental Safety of the Republic of Kazakhstan for 2004-2015. – Astana, 2005. 43 s. ISBN
- 4 The Convention on Biological Diversity. – UNEP, 1992. – 39 s.
- 5 The United Nations Convention to Combat Desertification. – UNEP, 1995.
- 6 Botaniceskaya geography of Kazakhstan and Middle Asia (predelax desert region) – St Petersburg, 2003. ISBN
- 7 Kultiyasov I.M. (1982). Plant Ecology. – M.: Moscow University, 348 s.
- 8 Fisher I.V. (1884). Lake Balkhash and for p. Or from the village. Ili to its mouths. – SPb.: Zap. Sib. Dep. IRGS, Bk. 6.
20. Lot's LI Botany. The morphology and anatomy of higher plants. – M.: Book Kom, 2007. – P. 295-306 s. ISBN
- 9 Abolin R.I. (1930). From the desert steppes of Balkhash to the snowy peaks of Khan Tengri. – L., 174 s.
- 10 Goryshin T.K. (1979). Plant Ecology. – M.: Higher. School, 362 s.
- 11 Lotova L.I. (2007). Botany. The morphology and anatomy of higher plants. – M.: Kom book with 295-306. ISBN, Bykov B.A. (1988) Dictionary .Ekologicheskyy. – Alma-Ata: Science, 212 s.
- 12 Serebryakov I.G. (1952). The morphology of the vegetative organs of higher plants. – M., 390 s.
- 13 Serebryakov I.G. (1978). Environmental groups and plant life forms // Botany (anatomy and morphology of plants). – AM, with 431-461s.
- 14 Raunkiaer S. (1934). Life forms of plants and statistical plant geography. – Oxford.: Clarendon Press, 632 s.

Турашева С.К., Богуспаев К.К.,
Фалеев Д.Г., Альнурова А.А.,
Капытина А.И.

Казахский национальный
университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы

**Восстановление численности
дикорастущего каучуконосного
эндемика *Scorzonera tau-saghyz*
Lipsch. et Bosse**

Scorzonera tau-saghyz Lipsch. et Bosse (тау-сағыз) редкий эндемический вид растений флоры Казахстана, занесенный в Красную книгу РК, является стратегическим ценным сырьевым видом, т.к. содержит в коре корня каучук. Одной из проблем для масштабного культивирования тау-сағыза является низкий процент прорастания и всхожести семян. Причиной этого является высокая поражаемость семян различного рода инфекциями, поедание насекомыми-вредителями и физиологически низкая энергия прорастания семян. Целью данных исследований являлось изучение различных режимов стратификации и прайминга семян дикорастущих растений тау-сағыза для увеличения всхожести и прорастания семян и последующее размножение их для восстановления численности популяции каучуконоса. Выявлено, что стратифицирование семян при +7°С в течение 4 недель и обработка 0,1% тиомочевинной приводят к уменьшению контаминации семян, увеличению процента всхожести, а также большому выходу здоровых проростков эндемика.

Ключевые слова: размножение, прайминг, стратификация, *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse, тау-сағыз.

Turasheva S.K., Boguspaev K.K.,
Faleev G.D., Alnurova A.A.,
Kapitina A.I.

Al-Farabi Kazakh National university,
Kazakhstan, Almaty

**Restoration the population
number of wild rubber endemic
plant *Scorzonera tau-saghyz*
Lipsch. et Bosse**

Scorzonera tau-saghyz Lipsch. et Bosse (tau saghyz) is rare endemic plant species of flora in Kazakhstan, which is included in the Red Book of the Republic of Kazakhstan. It is a strategic raw valuable species because it contains rubber in the root. One of the problems for large-scale cultivation of tau-saghyz is a low percentage of germination and seedling growth. The reason of this issue is the high susceptibility of seeds to various infections, impact of pests and physiologically low energy of seed germination. The aim of this research was to study the different modes of stratification and priming seeds of the wild plants tau-saghyz to increase the germination and sprouting of seeds and their subsequent reproduction to restore the number of population rare rubber plant species. It was found that the stratification of seeds at 7° C for 4 weeks and treatment by 0.1% thio-urea leads to a decrease of seeds contamination, increase the percentage of germination, as well as a large output of healthy seedlings of endemic plants *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse.

Key words: priming, propagation, *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse, stratification, tau-saghyz.

Турашева С.К., Богуспаев К.К.,
Фалеев Д.Г., Альнурова А.А.,
Капытина А.И.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
университеті, Қазақстан, Алматы қ.

***Scorzonera tau-saghyz* Lipsch.
et Bosse каучуксинтездеуші
жабайы өсетін эндемик
өсімдігінің санын қайта
қалпына келтіру**

Scorzonera tau-saghyz Lipsch. et Bosse ҚР Қызыл кітапқа енгізілген Қазақстан флорасында сирек кездесетін эндемик, стратегиялық құнды шикізат ретінде пайдаланатын өсімдік түрі болып келеді, себебі оның тамырында каучук жинақталады. Алғашқы рет Қаратау тауларында табылған өсімдік тасты таулы қыратта, төмен- және орта таулы аймақтарында өседі. Табиғи жағдайда өсімдік тұқым арқылы және вегетативті жолымен, яғни сабақ пен тамыр қалемшелер арқылы көбейеді. Ылғалды жағдайда өсетін мезофит, суық- және ыстық жағдайға төзімді өсімдік, кең диапозондық экологиялық спектрге ие болып келеді. Өсімдік жабайы түрлерінің тамырында 40% дейін каучук жинақталады. Тау-сағыздың жапырақ және қауықтардағы млечниктарында каучук синтезделінеді. Өсімдік тұқымдарының өну және өсу қабілеті төмен болғандықтан тау-сағызды үлкен масштабта өсіру үшін қиын жағдайын туғызады. Бұл мәселенің себептері тұқым өнуінің физиологиялық төмен энергиясы, зиянкестердің әсері, тұқымдардың әр түрлі инфекцияларымен зақымдануы болып келеді. Ғылыми зерттеулердің мақсаты – каучукты өсімдік популяциясының санын қайта қалпына келтіру, жабайы тау-сағызды көбейту үшін оның тұқымдардың өнуі мен өсіруін артыру мақсатымен дәндердің праймингі мен стратификациясының әр түрлі режимін зерттеу. Дәндерді 4 апта бойы +7°С температурада стратификациялау және 0,1% тио-зәрқышқылымен өңдеуі тұқымдардың контаминациясын төмендетеді, тұқымдардың өну пайызын арттырады және сауықтырылған өскіндердің санын көбейтуіне әкеледі.

Түйін сөздер: көбейту, прайминг, стратификациялау, *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse, тау-сағыз.

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ
ЧИСЛЕННОСТИ
ДИКОРАСТУЩЕГО
КАУЧУКОНОСНОГО
ЭНДЕМИКА
SCORZONERA
TAU-SAGHYZ LIPSCH.
ET BOSSE**

Введение

Во время изучения горных систем Южного Казахстана было выявлено, что Каратауский хребет является ареалом произрастания каучуконосного растения – козлеца тау-сагыз (*Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et G.G. Bosse). Многолетник тау-сагыз является редким и исчезающим, эндемичным видом с ограниченным местом обитания. Продолжительность периода вегетации тау-сагыза невелика – всего 3-3,5 месяца. В естественных условиях зацветает впервые только на третьем году жизни. Цветение происходит в мае-июне, а в июле-августе растение плодоносит, причем семян образует сравнительно мало. В сухих корнях тау-сагыза накапливается до 40% каучука. Содержание каучука в тау-сагызе с возрастом изменяется: если в однолетних растениях присутствует 1-8% каучука, то у 2-3-летних экземпляров – от 8 до 30% [1-2].

Натуральный каучук синтезируется в специализированных клетках особого типа выделительной ткани – млечниках [3-5]. Натуральный каучук получают коагуляцией млечного сока (латекса) каучуконосных растений. Млечный сок – это эмульсия молочно-белого цвета (реже оранжевого), содержащая различные вещества – терпеноиды, алкалоиды, натуральный каучук, танины, углеводы, жирные масла, белки и т.д. [6-10]. Каучук в латексе может выполнять барьерные функции, защищая поврежденные участки от проникновения насекомых или предотвращать питание посредством склеивания (обрезинивания) их ротового аппарата. Синтез каучука осуществляется на поверхности так называемых резиновых частиц, которые являются уникальными органеллами, обнаруженными только в каучуконосных растениях [11, 12]. Резиновые частицы из различных видов имеют сходную глобулярную структуру, содержащую гомогенный каучук, заключенный в интактную монослойную мембрану. Монослойная мембрана включает смесь липидов, белков и других молекул, создавая, таким образом, возможность взаимодействия между гидрофобными молекулами каучука и гидрофильным цитозолем [13-15]. Размер резиновых частиц колеблется от 0.08-2 мкм у *Hevea brasiliensis*, 0.2-6.5 мкм у *Ficus sp.* и 1-2 мкм у *Parthenium argentatum* [16-18].

Природный каучук встречается в очень многих растениях, не составляющих одного определённого ботанического семейства. В зависимости от того, в каких тканях накапливается каучук, каучуконосные растения делят на: паренхимные (каучук образуется в корнях и стеблях); хлоренхимные (каучук в листьях и зелёных тканях молодых побегов); латексные (каучук в млечном соке растения) [3, 5, 6]. Промышленное значение имеют каучуконосные (латексные) деревья, которые не только накапливают каучук в большом количестве, но и легко его отдают. Из них наиболее важное – гевея бразильская (*Hevea brasiliensis*), дающая по разным оценкам от 90 до 96% мирового производства натурального каучука. Родиной гевеи является бассейн Амазонки. Каучуконосы лучше всего произрастают не далее 10° от экватора на север и юг. Поэтому эта полоса шириной 1300 километров по обе стороны от экватора известна как «каучуковый пояс». Для каучуконосов требуется очень тёплый и влажный климат и плодородная почва. Развитие автомобильной промышленности значительно повысило потребности в резине и, соответственно, в каучуке. Поэтому появились новые плантации гевей: молодые деревья из Южной Америки посадили в Малайзии, в Шри-Ланке и в Индонезии [19-22].

В европейской зоне и в Центральной Азии не произрастают гевея, фикус каучуконосный, кастилья резиновая. Учитывая исключительную важность каучука для развития различных отраслей промышленности, в стране были приняты усилия, направленные на поиск растений-каучуконосов, способных успешно расти в условиях умеренного климата. С 1929 по 1937 годы было проведено около 100 экспедиций в различные районы СССР, которые исследовали и оценили на каучукопродуцирующую способность свыше 1000 видов растений [13-15, 23]. Растениями, дающими каучук в достаточном количестве и высокого качества, оказались: 1) тау-сагыз, растущий в горах Каратау Республики Казахстан, 3-летние растения которого в культуре накапливают в корнях до 12-15% каучука и около 2-3% смол; 2) кок-сагыз, произрастающий в отрогах Тянь-Шаня, к востоку от озера Иссык-Куль; в культуре кок-сагыза к концу вегетации 1-го года в корнях накапливается до 10-12% каучука и около 2,5% смол; 3) Крым-сагыз – растёт на Южном берегу Крыма; в культуре в двухлетнем растении содержится 5-6% каучука и до 3% смол [24, 25]. В течение ряда лет изучались систематика, география, биоло-

гия каучуконосов. В результате было выявлено, что горы Сырдарьинского Каратау, лежащие на территории Казахстана, являются основным местообитанием лучшего из ныне известных каучуконосов – Козлец тау-сагыз **Scorzonera tau-saghyz** Lipsch. et Bosse из семейства сложноцветных (*Asteraceae*). Флора Каратау насчитывает около 2000 видов, из которых свыше 150, т.е 7,5%, являются полными эндемиками страны, нигде больше на земном шаре не встречающимися. Длина хребта порядка 420 км. Наивысшая точка хребта – гора Бес-саз, высота 2176 м над уровнем моря. Для здешних гор характерна ксерофитная горно-степная растительность. Административно хребет расположен на территории Южно-Казахстанской и Жамбылской областей, крайняя западная часть – на территории Кызылординской области.

В 1975 году тау-сагыз был занесен в Красную книгу КазССР и Республики Казахстан как растение с сокращающимися запасами [26, 27]. Тау-сагыз обладает слабой конкурентоспособностью по сравнению с другими растениями, произрастающими рядом с ним, а интенсивное освоение территорий ведет к еще большему сокращению численности этого редкого растения. Для промышленного выращивания тау-сагыза, в первую очередь, необходимо иметь достаточное количество чисто видовых семян. Известно, что первоначальные попытки введения этого дикорастущего растения в культуру не увенчались успехом. Семена всходили плохо, а слабые и изреженные всходы, во-первых, страдали от корки, а во-вторых, поражались различными грибными заболеваниями, мацерацией корня и т.д. [2]. Период покоя семян тау-сагыза довольно длительный, т.к. семена долго выносят высушивание до воздушно-сухого состояния. Семена тау-сагыза отличаются трудно проницаемыми для воды твердыми семенными покровами (т.н. твердые семена), обуславливающими медленное поглощение воды. Водонепроницаемые семенные покровы герметически изолируют каждый зародыш в отдельности и этим поддерживают в зародышах устойчивое низкое содержание воды, что является условием успешного длительного хранения семян в природных условиях. Для прорастания «твердых» семян необходимо наличие таких необходимых условий, как оптимальная для прорастания температура, кислород и влажность. Существует мнение, что семена, имеющие твердые семенные покровы, нуждаются для прорастания в специальных раздражителях фи-

зической или химической природы (фитогормоны, свет, температура и др.). В этих случаях прорастание рассматривается как ответная реакция на раздражение, и ученые пытаются найти раздражители, вызывающие непосредственную реакцию [15, 20, 24].

Исследования, проводимые в настоящее время, связаны с проблемой восстановления численности редкого, исчезающего вида каучуконосного растения-эндемика *Scorzonera tau-saghyz* Lipschits et Bosse. Ограниченность посадочного материала тау-сагыза, практическое отсутствие в Казахстане питомников по их производству делают актуальной задачу разработки и совершенствования технологии ускоренного тиражирования и массового получения растений тау-сагыза – альтернативного источника натурального высококачественного каучука. Аналогов по созданию альтернативных технологий ускоренного размножения эндемика *Scorzonera tau-saghyz* Lipschits et Bosse в мировом научном сообществе нет. Разработка технологии размножения каучуконосного растения тау-сагыз, имеющая высокий потенциал для коммерциализации, осуществляется в Казахстане впервые.

Материал и методы исследований

Исходным растительным материалом являлись образцы дикорастущих растений *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse. Для отбора семян диких видов тау-сагыза была проведена экспе-

диция в Каратауский государственный природный заповедник, расположенный на территории Южно-Казахстанской области. В ходе проведения полевых экспедиционных работ были обследованы ущелья и побережья рек Хан-таги и Биресик и отобраны семена растений второго и третьего годов (рис. 1).

Семена дикорастущих форм тау-сагыза имеют очень низкую всхожесть, многие из них невыполненные и поражены грибковыми заболеваниями (рис. 2). Вследствие этого, для получения здоровых проростков тау-сагыза и улучшения всхожести семян их необходимо стратифицировать. Для этого семена *Scorzonera tau-saghyz* следует выдерживать при низкой температуре, чтобы покоящиеся зародыши могли пройти послеуборочное дозревание. Продолжительность пребывания при низкой температуре колеблется от нескольких дней до многих месяцев [20]. Стратификация при низкой температуре воспроизводит естественные условия послеуборочного дозревания семян.

Процедура стратификации заключалась в том, что сухие семена выдерживались в холодильной камере в темноте при низкой положительной температуре ($+7^{\circ}\text{C}$) в течение 2–4 недель. Контрольным вариантом являлись нестратифицированные семена. Далее семена проращивали в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге при температуре $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ на свету, при 16-часовом фотопериоде. По истечении 4–6 недель оценивали процент всхожести семян.



А



Б



С

Рисунок 1 – Горы Каратау, ущелье Биресик (А) – ареал произрастания эндемичного вида *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse (B-C)

С целью увеличения прорастания «твердых семян» тау-сагыза проводили прайминг семян 0.1% раствором тиомочевины и 1% водным раствором биогумуса. В первом случае семена под-

вергали действию раствора тиомочевины в течение 30 минут и 1 часа. Во втором случае семена были выдержаны в растворе водного биогумуса в течение 4 часов и 8 часов. Контролем в обо-

их случаях служили семена, не подвергавшиеся обработке тиомочевинной и биогумусом. После предобработки семена помещали в чашки Петри на увлажненную фильтровальную бумагу для проращивания при температуре $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ на свету при 16-часовом фотопериоде. В течение четырех недель следили за ходом прорастания семян и подсчитывали процент прорастания семян.



Рисунок 2 – Семена *Scorzonera tau-saghyz*

Результаты и их обсуждение

Проведение успешных исследований по разработке технологии размножения растения тау-сагыз невозможно без всестороннего изучения качества семенного материала, который необходим как для постановок вегетационных опытов в природных условиях на опытных участках, так и для получения асептических проростков и эксплантов в лабораторных условиях. Известно, что семена тау-сагыза имеют невысокую всхожесть [1-3]. Исследования качества семенного материала, в частности таких показателей, как масса, размер, выполненность, физиологическая зрелость и др., позволили выявить наряду с качественными семенами

большое количество семян, непригодных для проращивания, т.к. большое количество семян были повреждены насекомыми-вредителями либо фитопатогенами или оказались незрелыми. Так, порядка 10% семян *Scorzonera tau-saghyz* были повреждены различными вредителями, 10,2% оказались незрелыми, непригодными для посева, 50,5% собранных семян тау-сагыза имели низкие биометрические показатели и были непригодны для посева. Семена многих дикорастущих растений могут пролежать долгие годы, не прорастая, в камере для проращивания. Учитывая низкую всхожесть и длительность периода покоя семян *Scorzonera tau-saghyz*, была предпринята исследования по изучению различных режимов стратификации и прайминга семян для вывода семян из периода покоя, их созревания и увеличения процента всхожести и прорастания семенного материала дикорастущего каучуконоса.

Анализ результатов показал, что как при стратификации в течение 2 недель, так и в контрольном варианте прорастания семян не происходило (табл. 1). При увеличении периода стратификации до 4 недель наблюдалось повышение процента всхожести семян (97% проросших семян) с незначительным количеством инфицированных семян (3%). В то время как в контрольном варианте количество контаминированных семян составляло 1/5 часть проращиваемых семян. По-видимому, обработка низкими положительными температурами ингибирует развитие эндогенных патогенов в семенном материале. Свет также влияет на прорастание семян. Опыты показали, что семена тау-сагыза лучше прорастают на свету после стратификации.

Таблица 1 – Процент всхожести семян тау-сагыза после предобработки

Показатели	Стратификация		Контроль		Стратификация + прайминг тиомочевинной		Стратификация + прайминг биогумусом	
	2 нед.	4 нед.	2 нед.	4 нед.	2 нед.	Контроль	2 нед.	Контроль
Всхожесть семян, %	0	97,0 \pm 3,91	0	83,0 \pm 8,61	68,0 \pm 4,35	41,0 \pm 11,28	15,0 \pm 8,19	41,0 \pm 11,28
Контаминация семян, %	0	3,0 \pm 3,01	0	17,0 \pm 8,61	32,0 \pm 10,71	12,0 \pm 4,35	85,0 \pm 8,19	12,0 \pm 7,45

С целью ускорения прорастания семян также был предпринят прайминг семян тиомочевинной и биогумусом. Для этого семена после 2-недельной стратификации замачивались в 0,1% растворе тиомочевинной (30 мин.) и 1% растворе

биогумуса (8 часов). Другим вариантом являлись семена, не подвергшиеся стратификации, которые замачивали в 0,1% растворе тиомочевинной (10 мин., 15 мин., 30 мин., 1 час) и 1% растворе биогумуса (4 и 8 часов). В контрольном

ном варианте предобработки тиомочевинной и биогумусом не производилось. Как показывают результаты, представленные в таблице 1, сухие стратифицированные семена прорастают в 1,4 раза больше, чем семена, обработанные раствором тиомочевинной. При этом количество пораженных инфекцией семян увеличивается. Вероятно, с увеличением процента влажности во время предобработки тиомочевинной происходит прорастание спор эндогенных патогенов. Об этом свидетельствует тот факт, что в контрольном варианте количество контаминированных семян в 3 раза меньше.

По данным результатов, приведенных в таблице 2, наиболее высокий процент всхожести и прорастания семян показывает вариант предобработки в растворе 0.1% тиомочевинной в течение 1 часа и в 1% растворе биогумуса в течение 8 часов по сравнению с контролем (табл. 2). При выдерживании семян в растворе тиомочевинной процент зараженных семян оказался ничтожно мал. Тиомочевинная обладает фунгицидным

и бактерицидным свойством, что позволяет ей практически полностью уничтожить патогенную микрофлору, которая содержится в виде спор в семенах тау-сагыза.

Результаты по предобработке семян тау-сагыза 1% раствором биогумуса показали довольно большой процент всхожести семян (до 60%), процент же зараженных семян превысил количество контаминированных семян при использовании раствора тиомочевинной (12%). Биогумус содержит в сбалансированном сочетании целый комплекс необходимых питательных веществ и микроэлементов, витаминов, гормонов роста, что в свою очередь стимулирует образование полноценных всходов семян тау-сагыза. Однако, при этом органические вещества, содержащиеся в биогумусе также приводят к прорастанию спор фитопатогенных организмов (грибов и бактерий), выделяющих эндотоксины, которые ингибируют рост и развитие образовавшихся проростков тау-сагыза (рис. 3).

Таблица 2 – Прайминг семян дикорастущих растений тау-сагыза

Показатели	Прайминг тиомочевинной				Прайминг биогумусом		Контроль
	10 мин	15 мин	30мин	1 час	4 часа	8 часов	
Всхожесть семян, %	23,0±5,4	31,1±1,9	50,0±5,01	75,0±4,34	50,0±5,01	60,0±4,92	57,0±2,72
Контаминация семян, %	0	0	7,0±2,5	5,0±2,1	12,0±3,25	8,0±2,72	32,0±4,67



А



Б



С

А – проростки, выращенные при температуре 25±2°C (контроль);
 В – проростки после стратификации в холодильной камере в темноте при +7°С в течение 4 недель;
 С – проростки после обработки биогумусом, выращенные при температуре 25±2°C

Рисунок 3 – Семенные проростки дикорастущих растений тау-сагыза *Scorzonera tau-saghyz* Lipschits et Bosse

Таким образом, наиболее оптимальным вариантом для увеличения процента всхожести семян дикорастущих растений тау-сагыза является процедура стратификации семян в течение 4 недель при низкой положительной температуре +7° С. Прайминг семян тиомочевинной при длительном выдерживании (в течении 1 часа) стимулирует прорастание здоровых проростков дикорастущих растений тау-сагыза.

Заключение

Представители рода козелец – *Scorzonera tau-saghyz* в природных условиях встречаются крайне редко. Несмотря на проводимые мероприятия по сохранению данного вида в его прежних ареалах произрастания, а также по разведению тау-сагыза, прилагаемыми работниками Каратауского заповедника по культивированию каучуконоса в природных условиях и на опытных площадках, козелец тау-сагыз остается редким и исчезающим видом.

В ходе проведения полевого вегетационного опыта выявлено, что семена растения *Scorzonera tau-saghyz* в природных условиях имеют низкую всхожесть, а на землях сельхозугодий поедаются скотом и птицей, что делает затруднительным восстановление естественных популяций этого редкого вида. С целью восстановления численности в природных популяциях тау-сагыза были проведены исследования для увеличения

всхожести и прорастания семян дикорастущих каучуконосных растений *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse. Выявлено, что предварительная стратификация сухого семенного материала при низкой положительной температуре +7° С в течение 4 недель приводит к увеличению процента всхожести семян.

Предварительный прайминг семян 0,1% раствором тиомочевины в течение 1 часа в сочетании со стратификацией оказывает положительный эффект на прорастание семян, имеющих низкий процент всхожести и прорастания. Замечено также, что предобработка семян 0,1% раствором мочевины способствует увеличению уровня проницаемости стерилизующего вещества в ткани, усиливая эффект стерилизации для получения асептических проростков, используемых в дальнейшем для введения в культуру *in vitro*.

Полученные данные в немалой степени могут способствовать разработке рентабельных технологий культивирования *Scorzonera tau-saghyz* и получения в коммерческих масштабах каучука из корней тау-сагыза. Данная работа была проведена в рамках проекта «Изучение генетических и биохимических механизмов, биосинтеза каучука у Тау-сагыза (*Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et G.G. Bosse) с целью получения генетически улучшенных растений с повышенной продуктивностью и сокращенным сроком накопления натурального каучука в корнях» (2015-2017 гг.)

Литература

- 1 Липшиц С.Ю., Боссе Г.Г. (1930) Скорцонера тау-сагыз, Трест Каучуконос ВСНХ СССР, 4: 18-22.
- 2 Культиасов М.В. (1938) Тау-сагыз и введение его в культуру. – Ленинград: Издательство Академии наук СССР, 412 с.
- 3 Липшиц С.Ю., Боссе Г.Г. (1968) Новый каучуконос Казахстана – *Scorzonera tau-saghyz* Lipschits et Bosse, Физиология растений, 4: 45-47.
- 4 Бондаренко П.В., Тараканов С.Г. (1942) Тау-сагыз. – М., 5 с.
- 5 Келлер Б.А. (1996) Каучук и каучуконосы. – М., 234 с.
- 6 Эскью Р.К., Эдвардс Г.С. (1997) Процесс восстановления резины от мясистых растений. 35 с.
- 7 Войновский А.Б., Вейнберг С. (1986) Развитие метода для восстановления резиновых от тау-сагыз и его практическое применение. – Киев. 3: 40-42.
- 8 Cornish K. (2001) Similarities and differences in rubber biochemistry among plant species, *Phytochemistry*, 57: 1123-1134.
- 9 Jan B. van Beilen and Yves Poirier (2008) Production of renewable polymers from crop plants, *The Plant Journal*, 54: 684–701.
- 10 Asawatreratanakul K., Zhang Y.W., Wititsuwannakul D., Wititsuwannakul R., Takahashi S., Rattanapittayaporn A., Koyama T. (2003) Molecular cloning, expression and characterization of cDNA encoding cis-prenyltransferases from *Hevea brasiliensis*, *Eur. J. Biochem*, 27: 4671-4680.
- 11 Омо-Икеродах Е.Е., Омохаве К.О., Акпобоме Ф.А., Моквунье М.У. (2009) Review. An overview of the potentials of natural rubber (*Hevea brasiliensis*) engineering for the production of valuable proteins, *African Journal of Biotechnology*, 8: 7303-7307.
- 12 Jeong Kim, Stephen B. Ryu, Yeon Sig Kwak and Hunseung Kang (2004) A novel cDNA from *Parthenium argentatum* Gray enhances the rubber biosynthetic activity in vitro, *Journal of Experimental Botany*, 55: 377-385.
- 13 Пасешниченко В.А. (1987) Биосинтез и биологическая активность растительных терпеноидов и стероидов, ВИНТИ. сер. Биологическая химия, 6: 25-26.

- 14 Spurgeon S.L., Porter J.W. (1981) Biosynthesis of plant sterols and other triterpenoids, *Biosynthesis of isoprenoid compounds*, 1: 1-46.
- 15 Croteau R., Kutchan T.M., Lewis N.G. (2000) Natural products (secondary metabolites), *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, 20: 1250–1268.
- 16 Archer B.L., Audley G. (2013) Rubber, gutta percha and chicle in *Phytochemistry*, van Nostrand Reinhold, 2: 310-342.
- 17 Ferreira M., Moreno RMB, P. de S. Gonçalves, Mattoso LHC (2002) Evaluation of natural rubber from clones of *Hevea brasiliensis*, *Rubber Chemistry and Technology*, 75:1-7.
- 18 Dibi K., Boko C., Obouayeba S., Gnagne M., Dea G.B., Carron M.P. and Anno A.P. (2010) Field growth and rubber yield of *in vitro* micropropagated plants of clones PR 107, IRCA 18 and RRIM 600 of *Hevea brasiliensis* (Muell.-Arg.), *Agriculture and biology journal of North America*, 10: 1291-1298
- 19 Cataldo F. (2000) Guayule rubber: a new possible world scenario for the production of natural rubber, *Prog. Rubber Plastics Technol.*, 16: 31–59.
- 20 Auzac D., Jacob J., Chrestin J.L. (1989) *Physiology of rubber tree latex*. Boca Raton: CRC Press, first edition. 469 p.
- 21 Gelling K. (2013) On the Rebound. Scientists revive search for new rubber sources, *Science News*, 9: 67-71.
- 22 Le Roux Y., Ehabe E., Sainte-beive J., Nkengagac J., Nkeng J., NGolemasango F., Gobina S. (2000) Seasonal and clonal variation in the latex and raw rubber of *Hevea brasiliensis*, *Journal of Rubber Research*, 3: 142-156.
- 23 Павлов Н.В. (1994) Растительные ресурсы Южного Казахстана. – М., С. 199.
- 24 Lee M.H., Yoon E.S., Jung S.J., Bae K.H., Seo J.W., Choi Y.E. (2000) Plant regeneration and effect of auxin and cytokinin on adventitious shoot formation from seedling explant of *Taraxacum platycarpum*, *Korean J.Plant Biotech.*, 29: 111-115.
- 25 International rubber study group (Wembley, Grã-Bretanha) (2004) Production and consumption of natural rubber, *Natural Rubber Statistical Bulletin*, 58: 9-18.
- 26 Камелин Р.В. (1990) Флора сырдарьинского Каратау: Материалы к флористическому районированию Средней Азии. – Ленинград: Наука, 146 с.
- 27 Алшериев М. (2010) Краткая история создания заповедника и его границы, *Научные труды Каратауского заповедника. – Шымкент: Китап*, 1: 6-18.

References

- 1 Lipshic SJ, Bosse GG (1930) *Scorzonera tau-saghyz*, *Trest Kauchukonos VSHC SSR*, 4: 18-22. (In Russian)
- 2 Kultiasov MV (1938) *Tau-saghyz i vvedenie ego v culturu*, *Izdatelstvo Akademii Nauk SSR, Leningrad*. 412 s. (In Russian)
- 3 Lipshic SJ, Bosse GG (1968) *Novii kauchukonos Kazakhstana – Scorzonera tau-saghyz Lipschits et Bosse*, *Physiologia rastenii*, 4: 45-47. (In Russian)
- 4 Bondarenko PV, Tarakanov SG (1942) *Tau-saghyz*, *Moscow*. 5 s. (In Russian)
- 5 Celler BA (1996) *Kauchuk i kauchukonosi*, *Moscow*. 234 s. (In Russian)
- 6 Eskju RK, Edvards GS (1997) *Process vosstaovlenia rezini ot mjasistih rastenii*. S.35
- 7 Voinovskii AB, Veinberg S (1986) *Razvitie methoda dlia vosstanovlenia resinovih ot tau-saghyz i ego prakticheskoe primeneniye*, *Kiev*. 3: 40-42. (In Russian)
- 8 Cornish K (2001) Similarities and differences in rubber biochemistry among plant species, *Phytochemistry*, 57: 1123-1134.
- 9 Jan B. van Beilen and Yves Poirier (2008) Production of renewable polymers from crop plants, *The Plant Journal*, 54: 684–701.
- 10 Asawatreratanakul K, Zhang YW, Wititsuwannakul D, Wititsuwannakul R, Takahashi S, Rattanapittayaporn A, Koyama T (2003) Molecular cloning, expression and characterization of cDNA encoding cis-prenyltransferases from *Hevea brasiliensis*, *Eur. J. Biochem*, 27: 4671-4680.
- 11 Omo-Ikerodah EE, Omokhafa KO, Akpobome FA, Mokwunye MU (2009) Review. An overview of the potentials of natural rubber (*Hevea brasiliensis*) engineering for the production of valuable proteins, *African Journal of Biotechnology*, 8: 7303-7307.
- 12 Jeong Kim, Stephen B. Ryu, Yeon Sig Kwak and Hunseung Kang (2004) A novel cDNA from *Parthenium argentatum* Gray enhances the rubber biosynthetic activity *in vitro*, *Journal of Experimental Botany*, 55: 377-385.
- 13 Paseshichenko BA (1987) *Biosintez b biologicheskaya aktivnost rastitelnih terpenoidov i steroidov*, *VINITI. Ser.Biologicheskaya chemia*, 6: 25-26.
- 14 Spurgeon SL, Porter JW (1981) Biosynthesis of plant sterols and other triterpenoids, *Biosynthesis of isoprenoid compounds*, 1: 1-46.
- 15 Croteau R, Kutchan TM, Lewis NG (2000) Natural products (secondary metabolites), *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, 20: 1250–1268.
- 16 Archer BL, Audley G (2013) Rubber, gutta percha and chicle in *Phytochemistry*, van Nostrand Reinhold, 2: 310-342.
- 17 Ferreira M, Moreno RMB, P. de S. Gonçalves, Mattoso LHC (2002) Evaluation of natural rubber from clones of *Hevea brasiliensis*, *Rubber Chemistry and Technology*, 75:1-7.
- 18 Dibi K, Boko C, Obouayeba S, Gnagne M, Dea GB, Carron MP and Anno AP (2010) Field growth and rubber yield of *in vitro* micropropagated plants of clones PR 107, IRCA 18 and RRIM 600 of *Hevea brasiliensis* (Muell.-Arg.), *Agriculture and biology journal of North America*, 10: 1291-1298
- 19 Cataldo F. (2000) Guayule rubber: a new possible world scenario for the production of natural rubber, *Prog. Rubber Plastics Technol.*, 16: 31–59.

- 20 Auzac D, Jacob J, Chrestin JL (1989) Physiology of rubber tree latex. Boca Raton: CRC Press, first edition. 469 p.
- 21 Gelling K. (2013) On the Rebound. Scientists revive search for new rubber sources, Science News, 9: 67-71.
- 22 Le Roux Y, Ehabe E, Sainte-beuve J, Nkengagac J, Nkeng J, NGolemasango F, Gobina S. (2000) Seasonal and clonal variation in the latex and raw rubber of *Hevea brasiliensis*, Journal of Rubber Research, 3: 142-156.
- 23 Pavlov NV (1994) Rastitelnie resursi Juzhnogo Kazakhstana. Moscow, S. 199. (In Russian)
- 24 Lee MH, Yoon ES, Jung SJ, Bae KH, Seo JW, Choi YE (2000) Plant regeneration and effect of auxin and cytokinin on adventitious shoot formation from seedling explant of *Taraxacum platycarpum*, Korean J.Plant Biotech., 29: 111-115.
- 25 International rubber study group (Wembley, Grã-Bretanha) (2004) Production and consumption of natural rubber, Natural Rubber Statistical Bulletin, 58: 9-18.
- 26 Kamelin RV (1990) Flora Sirdarinskogo Karatau: Materiali k floristicheskomu raionirovaniyu Srednei Azii, Nauka, Leningrad. 146 s. (In Russian)
- 27 Alsheriev M (2010) Kratkaya istoria sozdania zapovednika i ego granici, Nauchnie trudi Karatauskogo zapovednika, Kitap, Shimkent, 1: 6-18. (In Russian)

¹Халықов Е.Е., ¹Валеев А.Г.,
¹Досболлов У.К.,
²Базарбаева Т.А., ¹Тоғыс М.М.,
²Муканова Г.А.

¹«ТОО» Институт географии, «НАО»
КазНИТУ имени К.И. Сатпаева,
МОН РК, Казахстан, г. Алматы
²Казахский национальный универ-
ситет им. аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы

**Мониторинг образования
стихийных свалок и площадей
полигонов твердых бытовых
отходов на примере
пригородных территорий
г. Алматы**

¹Halykov E.E., ¹Valeev A.G.,
¹Dosbolov U.K.,
²Bazarbaeva T.A., ¹Togys M.M.,
²Mukanova G.A.

¹LLP «Institute of Geography», NPO
KazNRTU named after K.I. Satpayev,
MES RK, Kazakhstan, Almaty
²Al-Farabi Kazakh National University,
Kazakhstan, Almaty

**Monitoring of formation of
dumps and the area landfill
of municipal solid waste for
example suburban areas in
Almaty**

¹Валеев А.Г., ¹Халықов Е.Е.,
¹Досболлов У.К.,
²Базарбаева Т.А., ¹Тоғыс М.М.,
²Муканова Г.А.

¹География институты ЖШС,
Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ
коммерциялық емес акционер-
лік қоғамы, ҚР Білім және ғылым
министрлігі, Қазақстан, Алматы қ.
²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
университеті, Қазақстан, Алматы қ.

**Алматы қаласы маңындағы
аумақтар мысалында апатты
үйінділер мен қатты
тұрмыстық қалдықтар
полигоны алаңының түзілуін
бақылау**

В данной статье рассматриваются вопросы накопления твердых бытовых отходов (ТБО). При помощи космических снимков с использованием геоинформационных систем (ГИС) проанализировано состояние полигонов для твердых бытовых отходов пригородных территорий г. Алматы. Для решения проблем накопившегося мусора на примерах множественных свалок мы проанализировали их фактическое современное количество, определили занимаемые площади под мусором. По полученным результатам с помощью ГИС-технологий была определена возможность проводить прогнозные оценки негативного влияния полигонов и стихийных свалок, учитывая рост ТБО, их площади распространения, параметры распространения дыма и свалочного запаха с использованием многолетних показателей розы ветров и т.д. Также была составлена карта размещения полигонов ТБО, свалок и карьеров, по которой можно определить степень воздействия полигонов ТБО на природно-хозяйственные объекты.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, ГИС-технологии, мусорные полигоны, мониторинг, рациональное размещение, системный подход, космические снимки.

This article deals with the accumulation of municipal solid waste. Using satellite images was analyzed the state of landfills for municipal solid waste in the suburban areas of Almaty city. Our only one rubbish recycling plant is not functioning, so the activities of organizations for depositing waste are not performed. All of collected waste is disposed on landfills of municipal solid waste, which are designated for these needs from the land fund of the Almaty region. The high density of population, a low percentage of recycling, low rates of penalties, poor organization of disposal and storage solid waste in Almaty city and suburbs of the metropolis have led to increase growth of dumping place.

Key words: municipal solid waste, GIS technology, landfills, monitoring, rational distribution, system approach, space images.

Мақалада қатты тұрмыстық қалдықтардың (ҚТҚ) жинақталу мәселелері қарастырылған. Ғарыштық фото-түсірілімдер арқылы геоақпараттық жүйелерді (ГАЗ) пайдалана отырып Алматы қаласының маңындағы полигондардың жағдайына талдау жасалған. Қазіргі таңда Қазақстанда қалдықтарды басқару мәселесіне үлкен көңіл бөлінуде. Қазақстан Республикасының «жасыл экономикаға» көшу тұжырымдамасының негізгі бағытының бірі – қалдықтарды басқару. 2030 жылдық тұжырымдамаға сәйкес, қайта өңделген қалдықтардың көлемі 40%, ал 2050 жылға қарай 50% құрауы тиіс. Бірақ қазіргі таңда Алматы қаласы және оған іргелес аумақтарда қатты қалдықтардың мөлшері мен әр түрлілігі қарқынды өсуде. Сонымен қоса қайта кәдеге жарату ұйымдары да нақты қаралған жоқ. Қазіргі уақытқа дейін қатты қалдықтар мен сол тектес қалдықтарға арналған арнайы құжаттарды регламенттейтін біртекті жүйе кездеспейді. Кей құжаттар ҚТҚ-мен байланыс шарттарын анықтайды, басқалары – өнеркәсіптік, медициналық, биологиялық қалдықтарды, үшіншісі – өндірістік және тұтыныс қалдықтарды анықтайды. Қазіргі уақытқа дейін ҚТҚ құрамындағы улы заттар мен ауыр металдарына байланысты қауіпті деңгейі мен класстары анықталмаған. ҚТҚ-мен байланысты барлық проблемаларды заманауи батыстық өңдеулер мен сұранысқа ие емес бірегей отандық технологиялар шешуі мүмкін. Осы проблемаға байланысты көптеген қалдықтан жинақталған үйінділердің нақтылық заманауи көлемі мен қалдықтың алып жатқан аумағын анықтау бағытында талдау жасалды.

Түйін сөздер: қатты тұрмыстық қалдықтар, ГАЗ-технологиялар, қоқыс полигоны, мониторинг, ұтымды орналастыру, жүйелік тәсілдеме, ғарыштық түсірілімдер.

**МОНИТОРИНГ
ОБРАЗОВАНИЯ
СТИХИЙНЫХ СВАЛОК
И ПЛОЩАДЕЙ
ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ
БЫТОВЫХ ОТХОДОВ
НА ПРИМЕРЕ
ПРИГОРОДНЫХ
ТЕРРИТОРИЙ
Г. АЛМАТЫ**

Введение

Век новых технологий и индустриальных возможностей требует кардинального решения вопросов, накопления, сбора, транспортировки, переработки и хранения твердых бытовых отходов. Проблема экологической опасности от количества и состава твердых бытовых отходов остро стоит в Казахстане. Эта опасность затрагивает все стадии обращения с твердыми бытовыми отходами, начиная со сбора и вывоза отходов, заканчивая подготовкой к использованию утильных компонентов и уничтожением или захоронением неиспользуемых фракций [1-2]. В стране до сих пор нет единой системы регламентирующих документов для твердых бытовых и приравненных к ним отходов. Некоторые документы определяют условия обращения с твердыми бытовыми отходами, другие – с промышленными, медицинскими, биологическими отходами, третьи – с отходами производства и потребления. Такие факторы, как степень и класс опасности ТБО в зависимости от содержания в их составе токсичных веществ, в частности тяжелых металлов (свинец, кадмий, никель, хром и др.), канцерогенов и мутагенов, патогенных микроорганизмов и жизнеспособных яиц гельминтов, до сегодняшнего времени остаются не определенными [3]. В этой ситуации нередко возникают представления о том, что все проблемы, связанные с ТБО, способны решить современные западные разработки или, наоборот, невостребованная уникальная отечественная технология. В связи с этим для решения проблем накопившегося мусора на примерах множественных свалок необходимо выяснить их фактическое современное количество, определить, занимаемые площади под мусором.

Объект и методы исследования

Объект исследования. В пределах города Алматы и прилегающих к нему территорий количество и разнообразие твердых бытовых отходов (ТБО) стремительно возрастает, объектом данного исследования являются полигоны ТБО. Для решения вопросов планирования новых целесообразных месторасположений накопления отходов, организации полигонов

ТБО, маршрутов транспортировок, пунктов переработки стало уместным использовать инструмент ГИС-технологий.

В последнее время геоинформационные системы (ГИС) рассматриваются в качестве эффективного инструмента анализа различных типов данных при исследовании особенностей проблем и выработки комплексных решений. В настоящее время ГИС занимают одно из ведущих мест среди информационных технологий в сфере управления, планирования и хозяйствования. Геоинформационные технологии, предлагая новые эффективные подходы к анализу и решению территориальных проблем, продолжают завоевывать все большую популярность, а цифровая пространственная информация начинает играть все более важную роль в задачах социально-экономического и экологического развития и управления природно-хозяйственными системами, став производственным и трудовым потенциалом в национальных интересах.

Географический фактор в исследовании территорий всегда был доминирующим. Географическое положение определяет множество взаимосвязей между разноплановыми объектами. Например, в нашем случае можно выделить зависимость увеличения количества стихийных свалок с увеличением расселения населения, в том числе с масштабной застройкой индивидуальным жилищным строительством пригородных территорий г. Алматы. Для выработки системного подхода к решению задач территориального мониторинга загрязнения территорий ТБО оптимально подходит использование геоинформационных технологий.

Результаты исследования

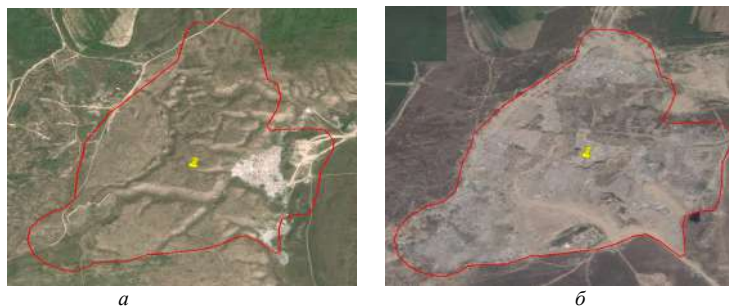
В мире имеется успешный опыт использования ГИС-технологий для решения следующих задач: расселение населения, рациональное размещение производства, устойчивое использование ресурсов и охрана окружающей среды. Применение пространственно-временных и естественных характеристик объектов позволяет решать современные проблемы устойчивого развития, среди которых значится проблема ТБО. Ее основные вопросы – где создать полигон для складирования и захоронения твердых бытовых отходов, чтобы минимизировать экономические затраты, оптимизировать вывоз и при этом уменьшить возможные неудобства для населения [3].

В процессе исследования были использованы космические снимки интернет-ресурса Google Earth. Данный ресурс предоставляет ежедневно обновленные мозаики космических снимков спутника Landsat-8 с разрешением 15 метров. Таким образом, при проведении дешифрирования полигонов ТБО, стихийных свалок и карьеров актуализированные космические данные позволили получить достоверные результаты. Карьеры были включены в дешифрирование, как представляющие собой потенциальное место образования стихийных свалок. Были зафиксированы в пределах пригородных территорий г. Алматы географическое расположение и определены точные площади санкционированных полигонов ТБО, стихийных свалок и карьеров как на селитебных территориях, так и на прилегающих к населенным пунктам землям (рисунок 1).

Используя космические снимки разных лет, можно наблюдать динамику изменения площадей полигонов ТБО. По полученным векторным слоям исследуемых объектов с помощью программы ArcGIS была создана карта размещения полигонов ТБО, стихийных свалок и карьеров в пригородной территории г. Алматы (рисунок 2), где в среде ГИС были проведены вычисления в модуле X-Tools и получены точные данные площадей и расположения, отдаленность от населенных пунктов и влияния на них.

Обсуждение результатов

Ежедневно г. Алматы производит 1300 тонн мусора, из которых около 200 тонн собирается с улиц города. Основная масса образуемых твердых бытовых отходов (ТБО) вывозится и складывается на территории полигонов. За год здесь набирается более 600 тысяч тонн коммунальных отходов. В общей сложности уже накоплено около 8 миллионов тонн ТБО. В настоящее время городской полигон, расположенный в поселке Алгабас, исчерпал ресурс, так же как и полигон, расположенный в Карасайском районе. Поэтому в пригородных территориях отмечается рост стихийных свалок мусора и бытовых отходов (рисунок 3). Стоит отметить, что в пригородных поселках города проживает каждый шестой алматинец. Подсчитано, экологические проблемы указанного содержания напрямую касаются почти 20 процентов населения более чем миллионного города, а также значительного количества жителей близлежащих пригородных территорий города Алматы [4-5].



Полигон ТБО западнее дачного массива Рассвет в Илийском районе, $S=33,8$ га.: а – 2004 г., б – 2015 г.



Стихийная свалка севернее мкр. Кокжиек в г. Алматы, $S=9,2$ га.: в – 2002 г., г – 2015 г.



д) Мусорный полигон севернее мкр.Алгабас в г. Алматы, $S=7,3$ га.
е) Мусорный полигон ТБО западней п. Айтей в Карасайском районе, $S=57,7$ га.



ё) Закрытый полигон ТБО западнее Северного кольца в г. Алматы, $S=12,9$ га.
ж) Стихийная свалка восточнее G4, $S=3,1$ га.

Рисунок 1 – Оцифрованные площади полигонов ТБО в пригороде города Алматы. Космические снимки Landsat, Google Earth.

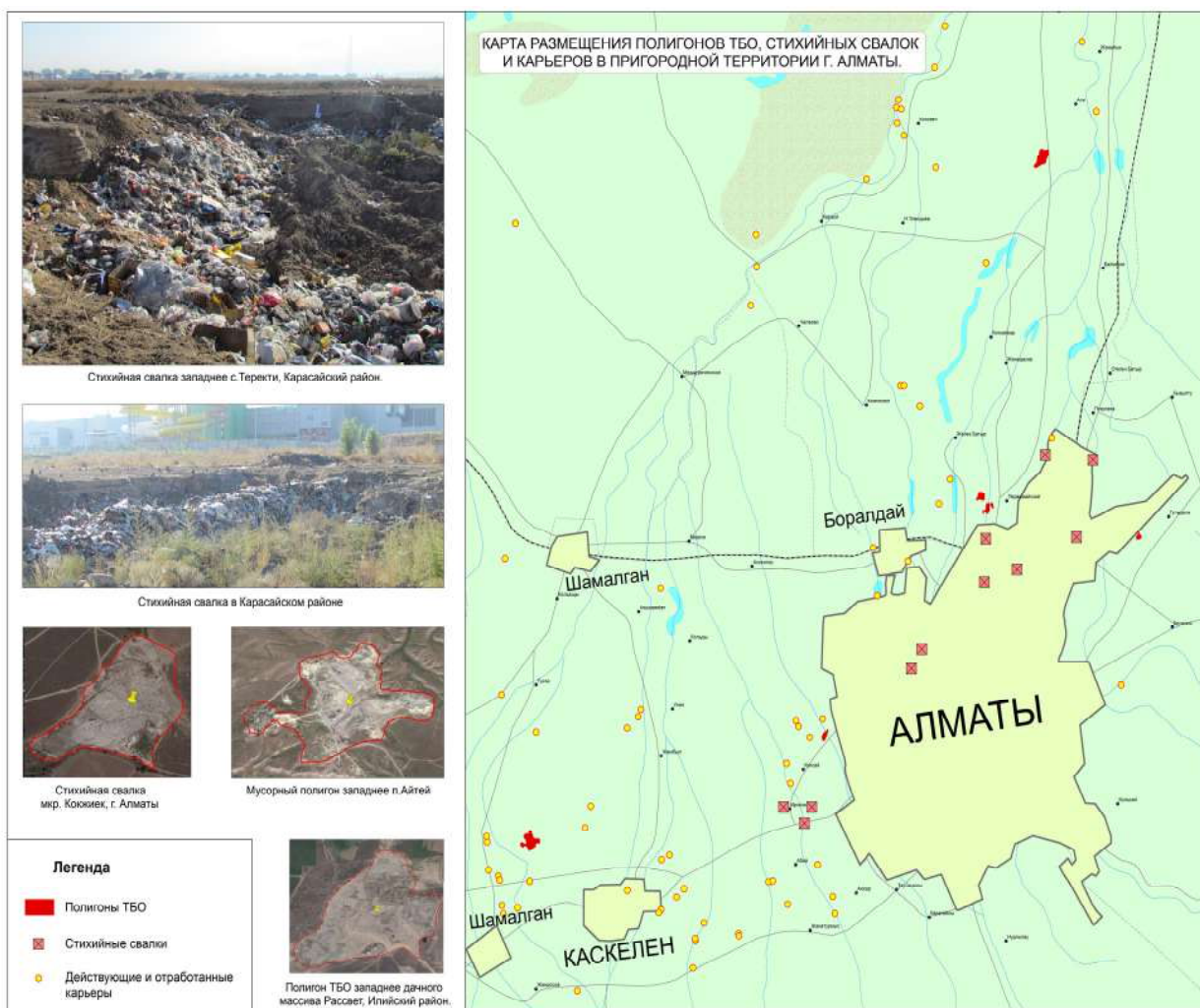


Рисунок 2 – Карта размещения полигонов ТБО, стихийных свалок и карьеров в пригородной территории г. Алматы



Рисунок 3 – а) стихийная свалка ТБО в Алатауском районе г. Алматы, б) разгрузка твердых бытовых отходов универсального рынка для временного хранения, Карасайский район, Алматинская область

В 2014 г. в городе Алматы коммунальными отходами, в рамках их общественного сбора и вывоза, занимались 32 организации, объем собранных и вывезенных отходов этими организациями составил 600,6 тыс. тонн (рисунок 4). Из общего объема собранных и вывезенных отходов 540,3 тыс. тонн, или 90%, составляли смешанные отходы, 13,4 тыс. тонн (2,2%) – производственные отходы, приравненные к бытовым, 41,6 тыс. тонн (6,9%) – уличный мусор, 5,3 тыс. тонн (0,9%) – отходы с базаров и рынков. Из общего числа коммунальных отходов 72% собрано и вывезено крупными предприятиями,

28% – малыми предприятиями. Единственный мусороперерабатывающий завод не функционирует, поэтому деятельность организаций по депонированию отходов не производится. Все собранные отходы вывозятся на полигоны твердых коммунальных отходов, отведенных для этих нужд из земельного фонда Алматинской области [6-7].

Большая плотность населения, низкий процент утилизации, низкие тарифы штрафных санкций, низкая организация вывоза и хранения ТБО в г. Алматы и в пригородах мегаполиса привели к росту множества стихийных свалок.

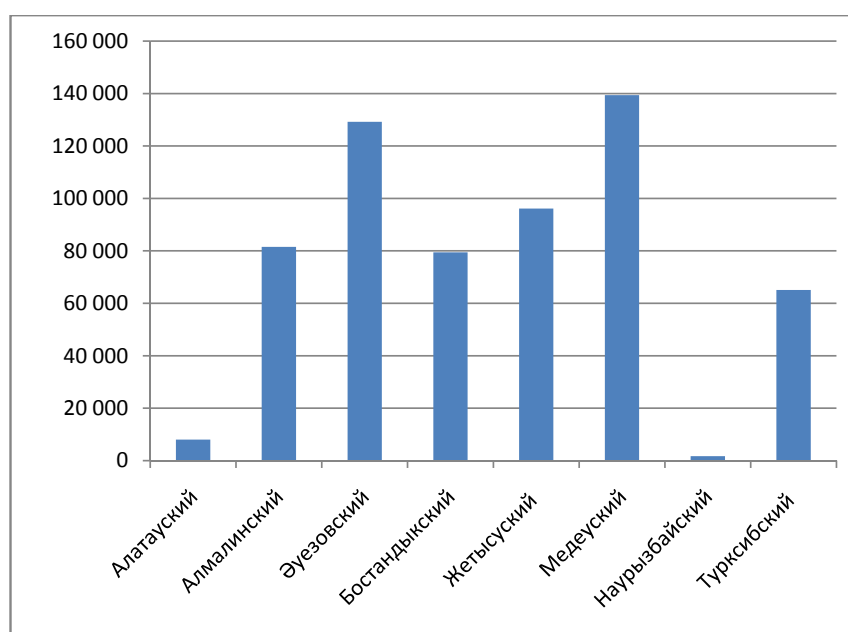


Рисунок 4 – Объем вывезенных коммунальных отходов на полигоны для ТБО (в тоннах)

Необходимо пересмотреть всю цепочку образования отходов: «Накопление ТБО»; «Сбор ТБО»; «Вывоз ТБО»; «Утилизация ТБО». При дальнейшем изучении и внедрении ГИС-технологий в решении экологических проблем конечным продуктом может явиться создание единой интерактивной карты на основе автоматизированной системы, использующей программный комплекс ArcGIS. Использование электронной карты города позволяет проанализировать пространственно распределенную информацию о твердых бытовых отходах, отслеживать изменения в накоплении ТБО и оптимизировать средства на их вывоз, чтобы исключить возможность образования стихийных свалок. В контексте кон-

цепции перехода Республики Казахстан к «Зеленой экономике» целесообразно применить передовой опыт по переработке и утилизации ТБО, как государственных, так и частных предприятий, задействованных в этой области [8-10]. Для этого необходимо создать условия для функционирования мусороперерабатывающих предприятий, параметры которых по объему переработки также будут учтены в геоинформационной системе. В некоторых городах Казахстана начали практиковать систему раздельного сбора и утилизации коммунальных отходов. Экологический Кодекс РК устанавливает требование раздельного сбора коммунальных отходов и утилизации повторно используемых фракций отходов.

Ответственность за организацию рациональной системы сбора отходов, создание инфраструктуры для субъектов предпринимательства по сбору и утилизации коммунальных отходов возложена на местные исполнительные органы [11].

На данном этапе по полученным результатам с помощью ГИС-технологий была определена возможность проводить прогнозные оценки негативного влияния полигонов и стихийных свалок, учитывая рост ТБО, их площади распространения, параметры распространения дыма

и свалочного запаха с использованием многолетних показателей розы ветров и т.д. Также по созданной карте (рисунок 2) можно определить степень воздействия полигонов ТБО на природно-хозяйственные объекты. Дальнейшие исследования и применение ГИС-технологий позволит решить одну из важных задач в сфере городского хозяйства, оптимизировать комфортную, экологически безопасную и устойчивую среду проживания для населения города и пригородов.

Литература

- 1 Стратегия развития Республики Казахстан до 2050 года «Казахстан – 2050». <http://strategy2050.kz/ru/>
- 2 Концепция по переходу Республики Казахстан к «зелёной экономике». Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года № 577 https://strategy2050.kz/static/files/Concept_Rus.pdf
- 3 [<http://greenteam.su/>]. (дата обращения: 14.04.2015).
- 4 [<http://news.bibo.kz/>]. (дата обращения: 26.07.2015).
- 5 http://esri-cis.ru/news/arcview/detail.php?ID=1544&SECTION_ID=43 (дата обращения: 06.08.2015).
- 6 www.almaty.stat.kz. «О коммунальных отходах в рамках их общественного сбора и вывоза, сортировке и депонировании отходов». Министерство национальной экономики Республики Казахстан Комитет по статистике Департамент статистики города Алматы (дата обращения: 25.11.2015).
- 7 Программа модернизации системы управления твердыми бытовыми отходами на 2014-2050 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 9 июня 2014 года № 634. <http://www.green-bridge.kz/upload/iblock/ea8/ea86a5c6f936fc99592b9a18dc2b59f7.pdf>
- 8 Взаимодействие с НПО. Министерство энергетики РК. <http://energo.gov.kz/>
- 9 Новостная лента. Управление образования Актыубинской области. <http://bilim.aktobe.gov.kz/ru>
- 10 Государственный социальный заказ. Управление природных ресурсов и регулирования природопользования Актыубинской области. <http://tabigat.aktobe.gov.kz/ru>
- 11 Базарбаева Т.А., Сатыбалдин А.А. О проблеме загрязнения бытовыми отходами // Вестник КазНУ, серия географическая. – 2(41). – 2015.

References

- 1 Strategiya razvitiya Kazakhstana do 2050 goda «Kazakhstan – 2050» . <http://strategy2050.kz/ru/>.
- 2 Kontseptsiya po perekhodu Respubliki Kazakhstan k «zelonoy ekonomike» . Ukaz PREZIDENTA RESPUBLIKI KAZAKHSTAN ot 30 maya 2 013 goda № 577 https://strategy2050.kz/static/files/Concept_Rus.pdf
- 3 [<http://greenteam.su/>]. (reference date: 14.04.2015).
- 4 [<http://news.bibo.kz/>]. (reference date: 26.07.2015).
- 5 http://esri-cis.ru/news/arcview/detail.php?ID=1544&SECTION_ID=43 (reference date: 06.08.2015).
- 6 www.almaty.stat.kz. “On the municipal waste in the framework of their public collection and disposal, sorting and storing of waste”. Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan, the Committee for Statistics, Almaty Statistics Department (reference date: 25.11.2015).
- 7 Programma modernizatsii sistemy upravleniya tverdymi bytovymi otkhodami na 2014-2050 gody . Postanovleniye Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 9 Iyunya 2014 goda № 634. <http://www.green-bridge.kz/upload/iblock/ea8/ea86a5c6f936fc99592b9a18dc2b59f7.pdf>.
- 8 Vzaimodeystviye s NPO. Ministerstvo energetiki RK . <http://energo.gov.kz/>
- 9 Novostnaya lenta. Upravleniye obrazovaniya Aktyubinskoy oblasti . <http://bilim.aktobe.gov.kz/ru>
- 10 Gosudarstvennyy Sotsial'nyy zakaz. Upravleniye prirodnyh resursov i regulirovaniya prirodopol'zovaniya Aktyubinskoy oblasti. <http://tabigat.aktobe.gov.kz/ru>
- 11 Bazarbaeva T.A., Satybaldin A.A. O probleme zagryazneniya bytovymi otkhodami. Vestnik KazNU, seriya geograficheskaya. 2(41)2015

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

Шолу мақалалары Обзорные статьи

Мухитдинов А.М., Аблайханова Н.Т., Мирасбек Е.А., Жапаркулова Н.И.

Загрязнение природных вод основными видами поллютантов. Пути и формы их миграции в поверхностных водах..... 4

1-бөлім	Раздел 1
Қоршаған ортаны қорғау және қоршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері	Воздействие на окружающую среду антропогенных факторов и защита окружающей среды

Болатхан К., Акмуханова Н.Р., Садуақасова А.К., Бауенова М.О., Заядан Б.К.

Продуцируемые цианобактериями токсины в период цветения воды озера Биликоль 14

Хамитова К.К., Курбанова А.Б., Ыбыраева Ә.Б.

Экологическая оценка качества природной воды города Алматы и Алматинской области 24

Сейсенбаева А.С., Тойшибеков Е.М., Игманов У.И., Валиева Б.А., Есимшитова З.Б.

Влияние различных криопротекторов на жизнеспособность ткани яичника овец при замораживании в парах жидкого азота 34

Сулейменова Н.Ш., Филиппова М.В., Жараспаева С.М.

Экологические аспекты химизации земледелия при ресурсосберегающей технологии возделывания сои..... 44

2-бөлім	Раздел 2
Қоршаған орталастаушыларының биотаға және тұрғындар денсаулығына әсерін бағалау	Оценка действия загрязнителей окружающей среды на биоту и здоровье населения

Павличенко Л.М., Есполаева А.Р., Изтаева А.М.

Маңғыстау облысының мұнай газ өндіруші кешенін салыстырмалы бағалау 58

Салмурзаұлы Р., Нуртазин С.Т., Мухитдинов А.М., Икласов М.К.

Использование дистантных методов мониторинга загрязнения поверхностных вод бассейна р. Иле 68

Хамитова К.К., Егемова С.С., Бауыржан М.

Определение методом биотестирования токсичности почвы под влиянием фенола 80

3-Бөлім	Раздел 3
Биологиялық алуантүрлілікті сақтаудың өзекті мәселелелері	Актуальные проблемы сохранения биологического разнообразия

Брагин Е.А., Брагина Т.М., Рулёва М.М., Демесенов Б.М., Ильяшенко М.А.

Состояние популяций и динамика численности дрофы (*Otis tarda*) и стрепета (*Otis tetrax*) в Костанайской области 88

Әбіт К.Е., Ерназарова Г.И., Омарова Г.Қ., Дүйсебаева Т.С.

Балқаш көлі мен Бұқтырма су қоймасындағы диатомды балдырлардың таралу ерекшеліктері 96

Есимшитова З.Б., Синявский Ю.А., Емутбаева Г.Б., Якунин А.В.

Влияние гипокинезии на состояние системы антиоксидантной защиты в крови и тканях крыс 104

Сатымбеков Р.К., Аметов А.А., Сулейменова Н.Қ.

Іле өзенінің ортаңғы ағысының флоралық құрамы мен экологиялық жағдайы 112

Инелова З.А., Нестерова С.Г., Толымбек Қ., Қадырбек Р.

Жаркент ойпатының флорасына экологиялық талдау..... 124

Турашева С.К., Богуснаев К.К., Фалеев Д.Г., Альнурова А.А., Капытина А.И.

Восстановление численности дикорастущего каучуконосного эндемика *Scorzonera tau-saghyz Lipsch. et Bosse* 134

Хальков Е.Е., Валеев А.Г., Досболлов У.К., Базарбаева Т.А., Тогыс М.М., Муканова Г.А.

Мониторинг образования стихийных свалок и площадей полигонов твердых быто-вых отходов на примере пригородных территорий г. Алматы..... 144

CONTENTS

Review articles

- Mukhitdinov A.M., Ablaihanova N.T., Mirasbek Y.A., Zhaparkulova N.I.*
Pollution of natural waters main types of pollutants. ways and forms of their migration to surface waters.....4

Section 1 Environmental impact of anthropogenic factors and environmental protection

- Bolatkhan K., Akmuhanova N.R., Sadvakasova A.K., Bauenova M.O., Zayadan B.K.*
Toxins produced by cyanobacteria during flowering water lake Bilikol 14
- Khamitova K.K., Kurbanova A.B., Ybyraeva A.B.*
Ecological estimation of natural water quality in Almaty and Almaty region.....24
- Seisenbayeva A.S., Toishibekov Y.M., Iglmanov U.I., Valieva B.A., Yessimsitova Z.B.*
Influence of various cryoprotectors on survival of sheep's ovarian tissue with freezing in vapors of liquid nitrogen34
- Suleimenova N.Sh., Filipova M.V., Zharaspayeva S.M.*
Environmental aspects of agriculture chemicalization with resource-saving technology of cultivation of soy.....44

Section 2 Assessment of environmental pollution on biota and health

- Pavlichenko L.M., Espolaeva A.R., Iztaeva A.M.*
Comparative evaluation of oil and gas field Mangistau.....58
- Salmurzauli R., Nurtazin S.T., Muhitdinov A.M., Iklasov M.K.*
The use of remote sensing methods for monitoring pollution of surface waters of the Ili river basin.....68
- Khamitova K.K., Yegemova S.S., Bauyrzhan M.*
Determination of soil toxicity bioassay method under the influence of phenol.....80

Section 3 Actual problems of biodiversity conservation

- Bragin E.A., Bragina T.M., Ruleva M.M., Demessenov B.M., Ilyashenko M.A.*
The status and dynamics of populations of the Great Bustard (*Otis tarda*) and the Little Bustard (*Otis tetrax*)
in Kostanai Region.....88
- Abit K.E., Yernazarova G.Y., Omarova G.K., Duysebaeva T.S.*
Features of distribution diatoms Lake Balkhash and the Bukhtarma reservoir96
- Esemciitova Z.B., Sinyavsky Yu.A., Umutbaeva G.B., Yakunin A.V.*
The Influence of Hypokinesia on the Status of the Antioxidant defense System in Blood and Tissues of Rats 104
- Satimbekov R.K., Ametov A.A., Suleymenova H.K.*
The composition and ecological condition of flora an average current of water in Ile river 112
- Inelova Z.A., Nesterova S.G., Tolymbek K., Kadyrbek R.*
Ecological Analysis flora Zharkent basin 124
- Turasheva S.K., Boguspaev K.K., Faleev G.D., Almurova A.A., Kapitina A.I.*
Restoration the population number of wild rubber endemic plant *Scorzonera tau-saghyz Lipsch. et Bosse* 134
- Halykov E.E., Valeev A.G., Dosbolov U.K., Bazarbaeva T.A., Togys M.M., Mukanova G.A.*
Monitoring of formation of dumps and the area landfill of municipal solid waste for example suburban areas in Almaty 144