

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Химия-биологиялық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Химико-биологическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

№ 3 (2026)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Торайгыров университета

Химико-биологическая серия

выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВОо постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ KZ84VPY00029266

выдано

Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленностьпубликация материалов в области химии, биологии, экологии,
сельскохозяйственных наук, медицины

Подписной индекс – 76134

<https://doi.org/10.48081/BTOUChemBio/ISSN 2710-3544>**Бас редакторы – главный редактор**

Ержанов Н. Т.

д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора

Ахметов К. К., д.б.н., профессор

Ответственный секретарь

Камкин В. А., к.б.н., доцент

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Яковлев Р.В., д.б.н., профессор (Российская Федерация);

Титов С. В., доктор PhD;

Касанова А. Ж., доктор PhD;

Jan Micinski, д.с.-х.н., профессор (Республика Польша);

Surender Kumar Dhankhar, доктор по овощеводству, профессор

(Республика Индия);

Шаманин В. П., д.с.-х.н., профессор (Российская Федерация);

Азаренко Ю. А., д.с.-х.н., профессор (Российская Федерация);

Раделюк И. М., доктор PhD, ассоц. профессор (доцент);

Шоманова Ж. К., д.т.н., к.х.н., профессор

Искакова З. С. (технический редактор).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

**МАЗМҰНЫ
СОДЕРЖАНИЕ
CONTENTS****«ХИМИЯ» СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»
SECTION «CHEMISTRY»****Байсалова Г. Ж., Музапарова С. А.,****Талтенов А. А., Акпаева К. М.**Изучение химического состава растения *Ziziphora clinopodioides*
lam. методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии 5**Zhaxybayeva A. G., Sergazina S. M.,****Nurmukhanbetova N. N., Kamze A., Kaliyeva S. S.**Formation of organo-iron complexes
in red light-activated drinking water 19**Kenzhanova T. M., Sviderskiy A. K.**Chemical composition of the extract and bioactive compounds
of black-fruited cotoneaster (*cotoneaster melanocarpus*) 31**Sheriyazdanova A. B., Issabayeva M. A., Tugambayeva T. B.**Improving the efficiency of the slow coke process
for heavy oil residues 40**Yamaltidinov B. M., Bakibayev A. A.**Consideration of methods of removal
of sulfur-containing compounds at oil refineries 52**«БИОЛОГИЯ» СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЯ»
SECTION «BIOLOGY»****Osipova A. V.**Observations of bird species in northeastern Kazakhstan
(Pavlodar Irtysh region) 63**Сергазинова З. М., Лапшин В. С.**Гидрохимическая оценка водоёма
в зоне влияния Павлодарского Алюминиевого завода 75**Syrovatsky M. V., Bykov D. V., Toporova E. V.**Role of high-quality voluminous feeds
in feeding high-productive cows 90

**Shalabayev B. A., Altynbayeva A. K.,
Beisembay A. Zh., Ermakova O. A.**

Variety testing of spring barley in the conditions
of the north-east of Kazakhstan..... 108

Авторлар туралы ақпарат

Сведения об авторах

Information about the authors..... 117

Авторларға арналған ережелер

Правила для авторов

Rules for authors 126

Жарияланым этикасы

Публикационная этика

Publication ethics..... 138

СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»

МРНТИ 76.31.29

<https://doi.org/10.48081/BTOUChemBio3.2026/5-18>

***Г. Ж. Байсалова¹, С. А. Музапарова²,
А. А. Талтенов³, К. М. Акпаева⁴**

^{1,3}Евразийский Национальный университет имени Л. Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Астана;

^{2,4}Медицинский Университет Астана,
Республика Казахстан, г. Астана.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1338-0308>

²ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2373-0175>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0620-3816>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9753-1315>

*e-mail: galya_72@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАСТЕНИЯ ZIZIPHORA CLINOPODIOIDES LAM. МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

Зизифора пахучковидная (*Ziziphora clinopodioides* Lam.) является перспективным лекарственным растением семейства *Lamiaceae*, широко распространённым на территории Казахстана и других стран Центральной Азии. Растение традиционно используется в народной медицине благодаря содержанию биологически активных веществ, обладающих антиоксидантными, противовоспалительными, антимикробными и общеукрепляющими свойствами.

Целью настоящего исследования являлось изучение химического состава сухого этанольного экстракта надземной части *Ziziphora clinopodioides* методом газовой хроматографии–масс-спектрометрии (ГХ-МС). Экстракт получали методом последовательной мацерации с использованием 70 %-ного этилового спирта в качестве экстрагента. Полученный экстракт концентрировали на ротаторном испарителе до получения сухого остатка и подвергали ГХ-МС-анализу на газовом хроматографе Agilent 7890A с масс-селективным детектором Agilent 5975C. Разделение компонентов осуществляли на капиллярной

колонке Rtx-100DHA (30 м × 0,25 мм × 0,5 мкм). Анализ проводили при температуре колонки 60–300 °C со скоростью программирования температуры 8 °C/мин. В качестве газа-носителя использовали гелий марки А. Идентификацию соединений осуществляли по масс-спектрам и временам удерживания с использованием библиотеки NIST 08, а расчёт процентного содержания компонентов проводили автоматически по площадям пиков общей ионной хроматограммы с помощью программы GS-MSD Data Analysis.

В результате исследования в составе экстракта идентифицировано 57 химических соединений, относящихся к различным классам природных веществ. Основными компонентами экстракта являлись β-D-риботрианозид, метил (12,5435 %), этиловый эфир гексадекановой кислоты (10,4367 %), 5-гидроксиметилфурфурол (7,6240 %), этиловый эфир п-гидроксикоричной кислоты (7,3287 %), 1,6-ангидро-β-D-глюкопираноза (5,4052 %) и этиловый эфир 9,12,15-октадекатриеновой кислоты (5,0589 %).

Установлено, что химический состав экстракта представлен преимущественно углеводными производными, фурановыми соединениями, фенольными веществами, жирными кислотами и их эфирами, флавоноидами и фитостероидами. Выявленные соединения обладают широким спектром биологической активности, включая антиоксидантное, противовоспалительное, антимикробное и мембранопротекторное действие.

Ключевые слова: *Ziziphora clinopodioides*, зизифора пахучковидная, газовая хроматография-масс-спектрометрия, химический состав, биологически активные вещества, этанольный экстракт.

Введение

Лекарственные растения являются важнейшим источником биологически активных веществ природного происхождения и широко используются в фармацевтической промышленности для создания лекарственных препаратов, биологически активных добавок и фитотерапевтических средств [1]. Интерес к изучению химического состава лекарственного растительного сырья обусловлен необходимостью поиска новых природных соединений, обладающих высокой биологической активностью и низкой токсичностью [2].

Одним из перспективных представителей лекарственной флоры является *Ziziphora clinopodioides* Lam. (зизифора пахучковидная) – многолетнее ароматическое растение семейства Lamiaceae [3]. Вид широко распространён в странах Центральной Азии, включая Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан,

Узбекистан и западные районы Китая [4]. Растение произрастает преимущественно на горных склонах, каменистых участках и сухих лугах, хорошо адаптируясь к аридным условиям окружающей среды [3; 4].

Зизифора пахучковидная издавна применяется в народной медицине в качестве противовоспалительного, антимикробного, спазмолитического и общеукрепляющего средства [5]. Фармакологические свойства растения связывают с наличием широкого спектра биологически активных соединений, включая эфирные масла, фенольные соединения, флавоноиды, органические кислоты, терпеноиды и другие вторичные метаболиты [6].

Согласно литературным данным, химический состав *Ziziphora clinopodioides* характеризуется значительной вариабельностью в зависимости от географического происхождения растения, условий произрастания, стадии вегетации и используемого метода экстракции [7]. В составе эфирного масла различных популяций растения основными компонентами являются пулегон, р-ментанон, изопулегон, лимонен, 1,8-цинеол, карвакрол и тимол [5; 7]. При этом содержание отдельных соединений может существенно различаться в зависимости от экологических факторов и региона произрастания [7].

Несмотря на наличие многочисленных исследований эфирного масла *Ziziphora clinopodioides*, сведения о составе этанольных экстрактов растения остаются ограниченными [8]. Между тем использование водно-спиртовых экстрагентов позволяет извлекать не только летучие терпеновые соединения, но и широкий спектр полярных веществ, включая фенольные соединения, органические кислоты, углеводные производные и флавоноиды, которые могут вносить существенный вклад в биологическую активность растения [9; 10].

В связи с этим изучение химического состава этанольного экстракта *Ziziphora clinopodioides* представляет научный и практический интерес для дальнейшей оценки перспектив использования данного растения в качестве источника биологически активных веществ.

Целью данного исследования являлось изучение химического состава сухого этанольного экстракта надземной части *Ziziphora clinopodioides* Lam., полученного методом последовательной мацерации, с использованием метода газовой хроматографии-масс-спектрометрии.

Материалы и методы

Объектом исследования служил сухой этанольный экстракт надземной части *Ziziphora clinopodioides* Lam. (зизифора пахучковидная). В качестве исходного сырья использовали высушенную и измельчённую надземную часть растения.

Для получения экстракта применяли метод последовательной мацерации. Навеску растительного сырья массой 30 г экстрагировали

100 мл 70 %-ного этилового спирта. Экстракцию проводили трёхкратно, при этом после каждого этапа извлечения полученную вытяжку отделяли, а растительное сырьё подвергали повторной обработке свежей порцией экстрагента. Полученные вытяжки объединяли.

Объединённый экстракт фильтровали через бумажный фильтр для удаления механических примесей. Далее фильтрат концентрировали на ротаторном испарителе при пониженном давлении до полного удаления растворителя и получения сухого экстракта.

Изучение химического состава сухого экстракта проводили методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии (ГХ-МС). Метод основан на разделении смеси компонентов в газохроматографической колонке с последующей идентификацией веществ по их масс-спектрам.

Идентификацию компонентов осуществляли на основании времени удерживания и сопоставления полученных масс-спектров с данными спектральных библиотек. Относительное содержание каждого соединения рассчитывали методом внутренней нормализации по площади хроматографических пиков и выражали в процентах от суммарной площади всех зарегистрированных компонентов.

Полученные результаты использовали для количественной характеристики химического состава экстракта *Ziziphora clinopodioides* Lam., а также для оценки содержания основных групп биологически активных веществ.

Результаты и обсуждение

В результате газохроматографического анализа сухого этанольного экстракта надземной части *Ziziphora clinopodioides* было идентифицировано 57 химических соединений различной химической природы.

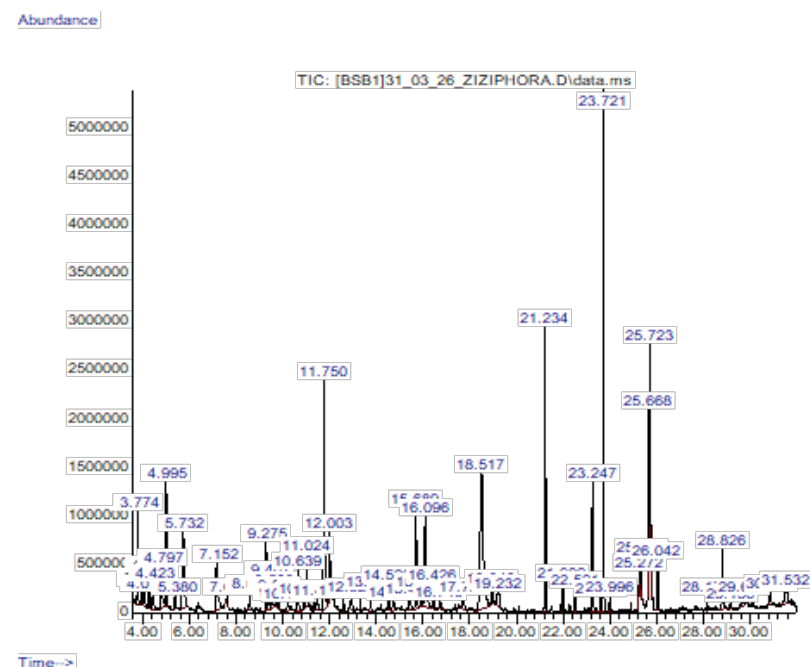


Рисунок 1 – ГХ-МС хроматограмма сухого этанольного экстракта *Ziziphora clinopodioides* Lam.

На хроматограмме наблюдается множество пиков различной интенсивности, что свидетельствует о сложном многокомпонентном составе исследуемого экстракта. Идентификация соединений проводилась на основании времени удерживания и сопоставления масс-спектров с библиотечными данными.

Таблица 1 – Компонентный состав сухого этанольного экстракта *Ziziphora clinopodioides* Lam., установленный методом ГХ-МС.

№	Химическое соединение	Время удерживания	Процентное содержание
1	Бромид бензоила	3.7740	1.8290
2	2-гидроксиэтиловый эфир 2-пропеновой кислоты	3.9501	0,4516
3	Изобутан	4.0711	0.3602

4	Диметилдиэтоксисилан	4.2691	0.6946
5	3-амино-1,2,4-триазол	4.4231	0.8984
6	Дигликолевая кислота	4.7972	1.5743
7	Фурфурол	4.9952	3.2424
8	Фурфуриловый спирт (2-фуранметанол)	5.3803	0.3213
9	Димер 1,3-дигидроксиацетона	5.7324	3.3577
10	5-метилфурфурол (5-метил-2-фуранкарбальдегид)	7.1516	2.3540
11	2,4-дигидрокси-2,5-диметил-3(2Н)-фуран-3-он	7.6247	0.2863
12	Бензиловый спирт	8.5819	0.6156
13	4,5-диамино-2-гидроксипиримидин	9.2750	1.8033
14	Гидразид 2-фуранкарбоновой кислоты	9.4070	0.9768
15	Этилгидрогенмалонат	9.5390	0.5224
16	1,2-пентадиен	9.6931	0.3695
17	Триметилгидроксиламин	9.7921	0.2950
18	2,9-диоксо-5,5,6,6-декан-тетракарбонитрил	10.1992	0.4273
19	4Н-пиран-4-он, 2,3-дигидро-3,5-дигидрокси-6-метил-	10.6393	1.3176
20	Диэтилсукцинат	10.8923	0.2966
21	Бензойная кислота	11.0243	1.4400
22	4-гидрокси-1-изопропил-L-пролина изопропиловый эфир	11.4424	0.4322
23	5-(гидроксиметил)-2-фуранкарбальдегид,	11.7505	7.6240
24	2,3-дигидробензофуран	12.0035	1.8433
25	5-изопропенил-2-метилциклопент-1-енкарбальдегид	12.5976	0.2749
26	трет-Бутилдиметилсилиловый эфир цис-2-гексен-1-ола	12.9277	0.4420
27	2-метокси-4-винилфенол	13.7528	0.5514
28	Эвгенол	14.5229	0.8897

29	Гептановая кислота	14.7100	0.5102
30	3,5-дифторанилин	15.4471	0.5887
31	4'-гидроксиацетофенон	15.6892	3.0640
32	п-фторкарбанилинонитрил	15.9092	0.5637
33	1,6-ангидро-β-D-глюкопираноза	16.0962	5.4052
34	1-(4-гидрокси-3-метоксифенил)этанон	16.4263	0.7061
35	5,6,7,7а-тетрагидро-3,6-диметил-2(4Н)-бензофуранон	16.7453	0.2522
36	2-тридециловый эфир октановой кислоты	17.7245	0.8540
37	Метил-β-D-рибопиранозид	18.5166	12.5435
38	н-декановая кислота	18.9457	0.6909
39	1,2-дигидронафталин	19.2318	1.2609
40	Этиловый эфир п-гидроксикоричной кислоты	21.2341	7.3287
41	Z-2-октадецен-1-ол	21.9823	0.5485
42	1-фтор-2-йодобензол	22.5214	0.8566
43	н-гексадекановая кислота	23.2475	3.0131
44	Этил-9-гексадецен-1-оат	23.5886	0.2670
45	Гексадекановая кислота, этиловый эфир	23.7206	10.4367
46	Пропандиовая кислота, нитрил, гидразид, N ² -(1-оксо-3-фенил-2-пропенил)	23.9956	0.5041
47	7-метил-3,4-октадиен	25.2719	0.6811
48	9,12,15-октадекатриеновая кислота	25.3269	0.8131
49	Этиловый эфир 9-цис,11-транс-октадекадиеновой кислоты	25.6679	2.7614
50	Этиловый эфир 9,12,15(Z,Z,Z)-октадекатриеновой кислоты	25.7230	5.0589
51	Этиловый эфир октадекановой кислоты	26.0420	1.0397
52	Метилловый эфир 2-метилоктадекановой кислоты	28.1764	0.3132

53	(S)-2-фенил-2,3-дигидро-5,7-дигидрокси-4Н-1-бензо-пиран-4-он	28.8255	2.0194
54	(22α)-6,7-дидегидро-16-метокси-22-метиловскуринерван-21-он	29.1556	0.3045
55	Стигмастан-3,5-диен	29.6837	0.4965
56	Хризин	30.8609	0.5013
57	Стигмаст-4-ен-3-он	31.5320	1.1250

Из 57 идентифицированных соединений на долю шести мажорных компонентов приходится около 48 % общего состава экстракта. Установлено, что основную часть экстракта составляют углеводные производные, фурановые соединения, фенольные вещества, органические кислоты, жирные кислоты и их эфиры, флавоноиды и фитостероиды.

Наибольшее содержание среди идентифицированных веществ имел β-D-рибопиранозид, метил (12,5435 %). Данное соединение относится к углеводным производным и свидетельствует о присутствии в исследуемом растительном сырье значительного количества сахаридных компонентов.

Вторым по содержанию компонентом являлся этиловый эфир гексадекановой кислоты (10,4367 %). Данное соединение относится к производным пальмитиновой кислоты и является одним из наиболее распространённых представителей жирнокислотных компонентов растительного происхождения.

Высокое содержание также было установлено для 5-гидроксиметилфурфуrolа (7,6240 %), относящегося к фурановым производным. Соединение представляет интерес благодаря выявленным антиоксидантным и антимикробным свойствам.

Содержание этилового эфира п-гидроксикоричной кислоты составило 7,3287 %. Данное соединение относится к фенольным кислотам и характеризуется способностью проявлять антиоксидантную активность.

Среди основных компонентов также выявлена 1,6-ангидро-β-D-глюкопираноза (5,4052 %), представляющая собой циклическое производное углеводов. Наличие данного соединения подтверждает присутствие углеводных компонентов в исследуемом экстракте.

Содержание этилового эфира 9,12,15-октадекатриеновой кислоты составило 5,0589 %. Соединение относится к производным полиненасыщенных жирных кислот и представляет интерес благодаря потенциальным антиоксидантным и мембранопротекторным свойствам.

Кроме основных компонентов, в экстракте были обнаружены фурфурол (3,2424 %), димер 1,3-дигидроксиацетона (3,3577 %), 4'-гидроксиацетофенон (3,0640 %), н-гексадекановая кислота (3,0131 %), этиловый эфир 9-цис, 11-транс-октадекадиеновой кислоты (2,7614 %), хризин, эвгенол, бензойная кислота и другие биологически активные вещества.

В составе экстракта также идентифицирован изобутан (0,3602 %), присутствие которого подтверждено характерным масс-спектром с молекулярным ионом m/z 58 и базовым пиком m/z 43.

Abundance

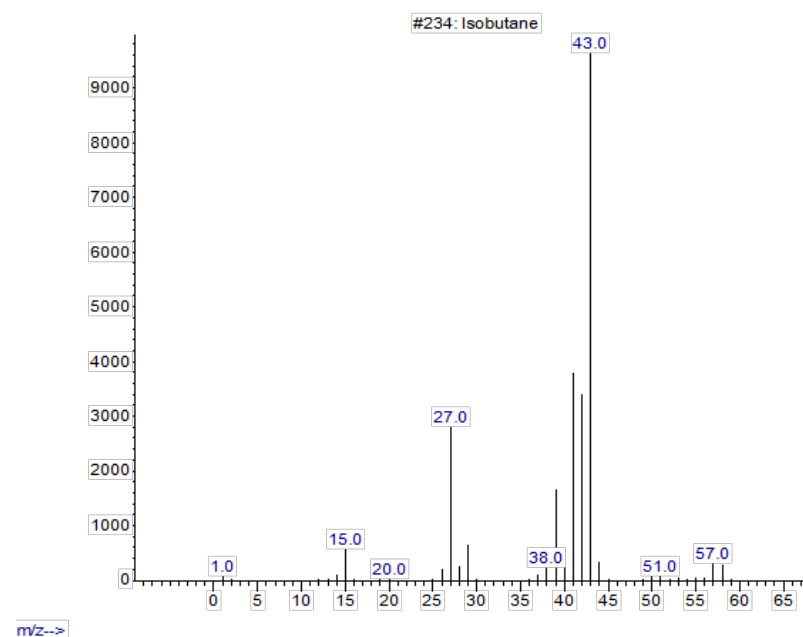


Рисунок 2 – Масс-спектр изобутана

Особый интерес представляет обнаружение эвгенола, обладающего выраженными антисептическими и антиоксидантными свойствами. В составе экстракта также выявлен флавоноид хризин, относящийся к группе природных фенольных антиоксидантов.

Наличие стигмастан-3,5-диена и стигмаст-4-ен-3-она свидетельствует о присутствии в составе экстракта фитостероидов, которые являются важными компонентами клеточных мембран растений.

Полученные результаты демонстрируют сложный и разнообразный химический состав сухого этанольного экстракта *Ziziphora clinopodioides*. Выявленные соединения относятся к различным классам биологически активных веществ и могут вносить вклад в фармакологический потенциал растения.

Выводы

Методом газовой хроматографии–масс-спектрометрии в сухом этанольном экстракте надземной части *Ziziphora clinopodioides* Lam. идентифицировано 57 химических соединений.

Установлено, что химический состав экстракта представлен углеводными производными, фурановыми соединениями, фенольными веществами, органическими кислотами, жирными кислотами и их эфирами, флавоноидами и фитостероидами.

Основными компонентами экстракта являлись β-D-рибопиранозид, метил (12,5435 %), этиловый эфир гексадекановой кислоты (10,4367 %), 5-гидроксиметилфурфурол (7,6240 %), этиловый эфир п-гидроксикоричной кислоты (7,3287 %), 1,6-ангидро-β-D-глюкопираноза (5,4052 %) и этиловый эфир 9,12,15-октадекатриеновой кислоты (5,0589 %).

Полученные данные свидетельствуют о богатом и разнообразном химическом составе исследуемого растения и подтверждают перспективность дальнейшего изучения *Ziziphora clinopodioides* как источника биологически активных веществ природного происхождения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 World Health Organization. WHO Traditional Medicine Strategy 2014–2023 [Text]. – Geneva : World Health Organization, 2013.

2 Trease, G. E., Evans, W. C. Trease and Evans Pharmacognosy [Text]. – London : Saunders Elsevier, 2009.

3 Plants of the World Online. *Ziziphora clinopodioides* Lam. – Royal Botanic Gardens, Kew.

4 Kew Science. Taxonomy and distribution of *Ziziphora clinopodioides*, – Royal Botanic Gardens, Kew.

5 Sharopov, F. S., Wink, M., Setzer, W. N. Essential oils of *Ziziphora* species: chemical compositions and biological activities [Text] // In Molecules. – 2015. – Vol. 20, № 5. – P. 8319–8358.

6 Jiang, B., Du, J., Wu, A. Biological activities and pharmacological effects of *Ziziphora* species: a review [Text] // In Journal of Ethnopharmacology. – 2020. – Vol. 249. – Article 112404.

7 Rahimmalek, M., Bahreininejad, B., Khorrami, M. Chemical composition and antioxidant activity of essential oils from different populations of *Ziziphora clinopodioides* [Text] // In Industrial Crops and Products. – 2011. – Vol. 34. – P. 1183–1189.

8 Sonboli, A., Salehi, P., Kanani, M.R., Ebrahimi, S. N. Essential oil composition and antibacterial activity of *Ziziphora clinopodioides* Lam. [Text] // In Zeitschrift für Naturforschung C. – 2004. – Vol. 59. – P. 187–190.

9 Azwanida, N. N. A review on the extraction methods used in medicinal plants: principles, strengths and limitations [Text] // In Medicinal & Aromatic Plants. – 2015. – Vol. 4, № 3. – Article 196.

10 Abbasian, S., Karimi, F., Moghaddam, G., Soroush, A., Moloudian, H., Aghosseini, M. S. Antioxidant Properties of Different Black Tea Samples and Some Iranian Native Plants [Text] // In Pharmacie Globale (IJCP). – 2013. – Vol. 2. – № 3. – P. 1–5.

Поступило в редакцию 09.06.26.

Поступило с исправлениями 23.06.26.

Принято в печать 02.09.26.

*Г. Ж. Байсалова¹, С. А. Музапарова², А. А. Талтенов³, К. М. Акпаева⁴

^{1,3}Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,

Қазақстан Республикасы, Астана қ.

^{2,4}Астана медицина университеті,

Қазақстан Республикасы, Астана қ.

09.06.26 ж. баспаға түсті.

23.06.26 ж. түзетулерімен түсті.

02.09.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

ZIZIPHORA CLINOPODIOIDES LAM. ӨСІМДІГІНІҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ГАЗДЫ ХРОМАТОГРАФИЯ–МАСС- СПЕКТРОМЕТРИЯ ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ

Хош иісті зизифора (Ziziphora clinopodioides Lam.) – Қазақстан және Орталық Азияның басқа елдерінде кең таралған Lamiaceae тұқымдасына жататын перспективалы дәрілік өсімдік. Өсімдік құрамында антиоксиданттық, қабынуға қарсы, микробтарға қарсы және жалпы нығайтқыш қасиеттер көрсететін биологиялық белсенді заттардың болуына байланысты халық медицинасында кеңінен қолданылады.

Зерттеудің мақсаты *Ziziphora clinopodioides* өсімдігінің жерүсті бөлігінің құрғақ этанолды экстрактысының химиялық құрамын газды хроматография–масс-спектрометрия (ГХ-МС) әдісімен зерттеу болды. Экстракт 70 %-дық этил спиртін экстрагент ретінде пайдалана отырып, кезекті мацерация әдісімен алынды. Алынған экстракт құрғақ қалдық түзілгенге дейін роторлы буландырғышта қоюландырылып, кейін Agilent 5975 C масс-селективті детекторымен жабдықталған Agilent 7890 A газды хроматографында ГХ-МС талдауынан өткізілді. Компоненттерді бөлу Rtx-100 DHA капиллярлық колонкасында (30 м × 0,25 мм × 0,5 мкм) жүзеге асырылды. Талдау колонка температурасының 60–300 °C аралығында 8 °C/мин жылдамдықпен бағдарламаланған режимінде жүргізілді. Тасымалдаушы газ ретінде А маркалы гелий қолданылды. Қосылыстарды сәйкестендіру NIST 08 кітапханасын пайдалану арқылы масс-спектрлері мен ұсталу уақыттары бойынша жүргізілді, ал компоненттердің пайыздық мөлшері GS-MSD Data Analysis бағдарламасы көмегімен жалпы иондық хроматограмма шыңдарының аудандары негізінде автоматты түрде есептелді.

Зерттеу нәтижесінде экстракт құрамынан табиғи қосылыстардың әртүрлі кластарына жататын 57 химиялық қосылыс анықталды. Экстрактың негізгі компоненттері β-D-рибопиранозид, метил (12,5435 %), гексадекан қышқылының этил эфирі (10,4367 %), 5-гидроксиметилфурфурол (7,6240 %), п-гидроксикор қышқылының этил эфирі (7,3287 %), 1,6-ангидро-β-D-глюкопираноза (5,4052 %) және 9,12,15-октадекатриен қышқылының этил эфирі (5,0589 %) болып табылды.

Экстрактың химиялық құрамы негізінен көмірсу туындыларымен, фуранды қосылыстармен, фенолды заттармен, май қышқылдары және олардың эфирлерімен, флавоноидтармен және фитостероидтармен ұсынылғаны анықталды. Анықталған қосылыстар антиоксиданттық, қабынуға қарсы, микробтарға қарсы және мембранопротекторлық әсерлерді қоса алғанда, биологиялық белсенділіктің кең спектріне ие.

Кілтті сөздер: *Ziziphora clinopodioides*, хош иісті зизифора, газды хроматография–масс-спектрометрия, химиялық құрам, биологиялық белсенді заттар, этанолды экстракт.

*G. Zh. Baisalova¹, S. A. Muzaparova², A. A. Taltenov³, K. M. Akpayeva⁴

^{1,3}L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Republic of Kazakhstan, Astana;

^{2,4}Astana Medical University,
Republic of Kazakhstan, Astana.

Received 09.06.26.

Received in revised form 23.06.26.

Accepted for publication 02.09.26.

STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF ZIZIPHORA CLINOPODIOIDES LAM. BY GAS CHROMATOGRAPHY–MASS SPECTROMETRY

Ziziphora clinopodioides Lam. is a promising medicinal plant of the Lamiaceae family widely distributed in Kazakhstan and other countries of Central Asia. The plant is traditionally used in folk medicine due to the presence of biologically active compounds exhibiting antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, and tonic properties.

The aim of this study was to investigate the chemical composition of the dry ethanolic extract obtained from the aerial parts of *Ziziphora clinopodioides* using gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS). The extract was prepared by successive maceration using 70 % ethanol as an extractant. The obtained extract was concentrated to dryness using a rotary evaporator and analyzed by GC-MS on an Agilent 7890 A gas chromatograph coupled with an Agilent 5975 C mass-selective detector. Separation was performed on an Rtx-100 DHA capillary column (30 m × 0.25 mm × 0.5 μm). The analysis was carried out at a column temperature range of 60–300 °C with a heating rate of 8 °C/min. Helium (grade A) was used as the carrier gas. Compound identification was performed based on mass spectra and retention times using the NIST 08 library, while the relative content of the components was calculated automatically using GS-MSD Data Analysis software according to the peak areas of the total ion chromatogram.

As a result, 57 chemical compounds belonging to different classes of natural substances were identified in the extract. The major components were methyl β-D-ribose (12.5435 %), ethyl hexadecanoate (10.4367 %), 5-hydroxymethylfurfural (7.6240 %), ethyl p-hydroxycinnamate (7.3287 %), 1,6-anhydro-β-D-glucopyranose (5.4052 %), and ethyl 9,12,15-octadecatrienoate (5.0589 %).

The chemical composition of the extract was found to be represented mainly by carbohydrate derivatives, furan compounds, phenolic substances, fatty acids and their esters, flavonoids, and phytosteroids. The identified compounds possess a wide range of biological activities, including antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, and membrane-protective effects.

Keywords: Ziziphora clinopodioides, gas chromatography–mass spectrometry, chemical composition, biologically active compounds, ethanolic extract.

SRSTI 31.17.01

<https://doi.org/10.48081/BTOUChemBio3.2026/19-30>

***A. G. Zhaxybayeva¹, S. M. Sergazina²,
N. N. Nurmukhanbetova³, A. Kamze⁴, S. S. Kaliyeva⁵**

¹L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Republic of Kazakhstan, Astana;

^{2,3,4}Sh. Ualikhanov Kokshetau University,
Republic of Kazakhstan, Kokshetau;

⁵Astana International University,
Republic of Kazakhstan, Astana.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1071-3616>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9764-6729>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0595-3535>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9568-397X>

⁵ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7223-1203>

*e-mail: Zhaxybayeva_ag_1@enu.kz

FORMATION OF ORGANO-IRON COMPLEXES IN RED LIGHT-ACTIVATED DRINKING WATER

For the first time, it was experimentally demonstrated that the activation of drinking water obtained from underground sources in the Akmola Region with red light leads to the formation of stable iron–organic complexes in the water. The findings showed that irradiation changes the chemical forms of iron and organic impurities, thereby affecting their reactivity, solubility, and stability in the aqueous medium. A comparative assessment of the chemical activity of organic components from different water sources towards iron (III) ions revealed differences in their complex-forming ability and reactivity. The complexation coefficient was found to depend on both the nature of the organic substances and the duration of red-light exposure, confirming the dynamic character of the processes involved. These patterns may be used to regulate complexation processes and modify the properties of water in a targeted manner. The practical significance of the study lies in the potential application of red-light-activated water in the development of biologically active waters intended to help prevent iron-deficiency anaemia and support the normalization of physiological processes in the human body.

Keywords: activity coefficient, red light, complexation coefficient, iron, groundwater, total organic carbon.

Introduction

The quality of drinking water is an important public-health concern because it may influence human well-being and longevity. According to studies by researchers in the medical and biological sciences, the consumption of red-light-activated water has been associated with improved hemoglobin levels, the dissolution and elimination of kidney stones, the regulation of physiological functions, and the maintenance of stable internal physiological conditions [1; 2]. Such water has been described as physiologically complete, and its regular consumption has been suggested to increase average life expectancy by approximately 5–6 years [3]. In addition, red-light-activated drinking water may have potential applications in the prevention and treatment of nutritional iron-deficiency anemias [4].

Both oxygen and hydrogen occur naturally and can also be produced in the form of artificial isotopes. Based on the hydrogen isotope present, water may be classified as light water, heavy water containing deuterium, superheavy water containing tritium, tritium–deuterium water, tritium–protium water, or deuterium – protium water. In this classification, physiologically complete water is identified with light water [5].

In water-based solutions, most salts are present as dissociated ions. The principal ionic constituents of natural waters include the anions bicarbonate (HCO_3^-), chloride (Cl^-), and sulfate (SO_4^{2-}), together with the cation's calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), sodium (Na^+), and potassium (K^+). These species are commonly classified as major ions. Natural water also contains microelements, including nitrogen, phosphorus, silicon, aluminums, iron, and fluorine, as well as trace elements and various organic compounds. The organic fraction consists of a heterogeneous mixture of dissolved and colloidal substances. Groundwater TOC is particularly important because it contributes to the formation of soluble complexes with biologically active metal ions. Since the composition of organic matter varies among water sources, their metal-binding capacity and potential effects on human health may also differ [6].

The capacity of water to bind metal ions through the formation of organometallic complexes is described by its complexing activity, which is largely related to the concentration of total organic carbon (TOC). TOC generally accounts for about half of the total organic matter present in water. Under SanPiN requirements, TOC limits are specified only for bottled drinking water, with maximum concentrations of 5 mg/L for the highest quality category and 10 mg/L for the first category [7; 8].

This study aimed to examine how red-light irradiation influences the formation of iron–organic complexes in drinking water collected from sources in the Akmola Region and the city of Kokshetau. The study analyzed the following water samples:

- medicinal table water from the «Kulager-Arasan» groundwater deposit (well No. 5492);
- drinking water from the «Kenetkol» groundwater deposit (well No. 1943);
- drinking water from the «Kuskol» groundwater deposit (well No. 2-B);
- reverse osmosis purified water from a treatment station («Провиант» store, Kokshetau).

Materials and methods

The physicochemical analysis was conducted in the production laboratory of JSC «Kokshetau Mineral Waters.» The investigation involved determining the mineralization level, principal macrocomponents, and total hardness of the water samples. Calcium, magnesium, and sodium ions were quantified by titrimetric procedures, including complexometric titration, while chloride ions were measured using a precipitation-titration method. Bicarbonate and carbonate ions, together with permanganate oxidizability, were assessed by titrimetric techniques, whereas sulfate ions were determined gravimetrically. The results are summarized in Table 1.

Total organic carbon (TOC) was measured at the laboratory of the Ekaterinburg Medical Research Centre for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers. Sampling was performed in accordance with GOST 31861, GOST 31862, and GOST 17.1.5.05. The water was collected in hermetically sealed glass containers filled completely to minimize headspace, with a sample volume of 200 cm³ [9; 10]. For preservation, orthophosphoric acid was added at a ratio of 0.1 cm³ per 100 cm³ of water. The preserved samples were transported to the analytical laboratory within four days.

The measurements were conducted with a TOC-CPN total carbon analyser fitted with a high-temperature oxidation reactor. In this system, carbon-containing compounds in the water samples are oxidized by oxygen or an oxygen-containing gas in the presence of a catalyst at temperatures between 550 and 1000 °C. The analyser also included an infrared detector, an automated sample-oxidation module, and a data-acquisition system for recording and processing the results. The obtained data are presented in Table 2.

To assess dissolved iron concentrations and calculate the complexation coefficient (K_{cop}) during red-light irradiation, ST-3 steel plates were prepared according to GOST 9.905-82. Before each experiment, the plates were polished with P100 abrasive paper compliant with ISO 6344-2:1998 until a metallic surface

was obtained. Iron concentrations were determined both before and after irradiation at exposure times of 0.5, 1.5, 10, 20, and 30 minutes. Distilled water containing a steel plate served as the control, because it was assumed to be free of organic impurities. Indicator plates were placed in all water samples except the untreated initial sample. The samples, including the control, were heated to 75 °C and held at this temperature for 60 minutes, then cooled to 20 °C. After cooling, the water was passed through a membrane filter with a pore size of 0.46 μm, and the iron concentration was determined in each sample [11].

The mass concentration of total iron in the water samples was measured before and after red-light exposure in accordance with GOST 4011-72. The analytical procedure is based on the formation of a yellow iron–sulfosalicylic acid complex in an alkaline medium. The colour intensity, which is directly proportional to the mass concentration of iron, was measured at a wavelength of 400 nm. The results are presented in Table 3. The interaction between the water samples and iron was assessed using the complexation coefficient (Kcop), calculated according to the following equation:

$$K_{cop} = \Delta Fe / Fe_1 \tag{1}$$

where Kcop – is the iron complexation coefficient with dissolved organic impurities;

$$\Delta Fe = Fe_2 - Fe_1 - Fe_3 \tag{2}$$

(Fe₁) and (Fe₂) denote the concentrations of total dissolved iron in the analysed water sample before and after contact with the metal plate, respectively. (Fe₃) represents the iron concentration measured in the control sample following its interaction with the indicator metal plate.

The chemical activity was calculated using the following equation:

$$K_a = K_{cop} / TOC \tag{3}$$

The chemical activity of organic compounds in aqueous solutions was assessed by examining the interaction of individual compounds, or mixtures of compounds present in the water, with iron species. The results of this analysis are presented in Table 4.

Results and discussion

Table 1 summarizes the seasonal variations in the chemical composition of the water observed during spring, summer, and autumn.

Table 1 – Seasonal changes in water composition

Season	Sampling site	Water quality parameters							Hardness, meq/l
		Mineralization, mg/l	Na ⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	
Spring	Physiological quality standards	100-1000	-	25-130	5-65	30-400	-	-	1,5-7,0
	Well № 5492	2284	525	100	107	244	784	505	13,8
	Well № 1943	279	23	28	15	134	20	41	2,6
	Well №2-Б Treatment plant	321	47	24	12	146	44	27	2,2
Summer	Well № 5492	22	8	0	0	6	8	0	0
	Well № 1943	2250	509	120	97	244	796	466	14,0
	Well №2-Б Treatment plant	285	29	28	12	134	20	43	2,4
	Well №2-Б Treatment plant	324	56	20	12	146	46	34	2,0
Autumn	Well №5492	84	18	8	0	24	18	14	0,4
	Well № 1943	2305	536	92	112	244	808	497	13,8
	Well №2-Б Treatment plant	289	27	28	15	140	20	43	2,6
	Well №2-Б Treatment plant	310	41	24	15	146	44	26	2,4
		63	20	0	0	18	14	8	0

Table 1 shows that the chemical composition of water from the underground sources remained generally stable throughout the year, with only minor seasonal variations. The mineralization of water from well No. 5492 (Kulager-Arasan) ranged from 2250 to 2305 mg/L, while its total hardness varied between 13.8 and 14.0 meq/L. For well No. 2-B (Kuskol), mineralization values ranged from 310 to 324 mg/L, and total hardness ranged from 2.0 to 2.4 meq/L. At well No. 1943 (Kenetkol), mineralization was 279–289 mg/L, with total hardness values of 2.4–2.6 meq/L.

Treatment substantially altered the composition of the tap water. Its mineralization varied from 22 to 84 mg/L, while the absence or very low concentrations of calcium and magnesium resulted in a total hardness of 0–0.4 meq/L.

Table 2 summarizes the total organic carbon (TOC) concentrations measured in the analysed water samples.

Table 2 – Seasonal variation in total organic carbon (TOC) concentrations in the analysed water samples

Sampling site	Season		
	Spring	Summer	Autumn
Well №5492	0,93	3,4	2,6
Well №1943	0,51	2,8	2,59
Well №2-B	0,5	7,0	0,54
Treatment plant	0,36	0,59	60,76

Table 2 indicates that TOC concentrations decreased during spring, probably because meltwater with a relatively low organic-carbon content entered the aquifer. In summer, TOC levels increased slightly, likely as a result of precipitation transporting dissolved organic matter from the soil–vegetation layer into the subsurface.

At the treatment station, TOC concentrations were lower in spring and summer than in autumn. This pattern may be explained by a one-time release of organic matter from the filtration system or by an increase in TOC levels in the municipal water supply, which is derived from a river source.

In the other water samples, TOC concentrations ranged from 0.3 mg/L in spring to 7.0 mg/L in summer, remaining within the applicable sanitary limits for organic carbon in drinking water.

Table 3 presents the dissolved iron concentrations and complexation coefficients determined during red-light irradiation of the water samples.

Table 3 – Dissolved iron concentrations (mg/L) and complexation coefficients (K cop) in water samples exposed to red light

Sampling site/ Kcop	Dissolved iron concentration in water (mg/L)				
	Water sample before red-light exposure		Red-light exposure time for water containing a metal plate		Distilled water with a plate
	Initial water (no metal plate)	Initial water with a plate	30 sec	60 sec (1 min)	
Well №1943	0,33	0,81	0,78	0,6	0,097
Kcop		1,16	1,07	0,52	
Well №2-B	0,07	0,22	0,15	0,04	0,097
Kcop		0,76	-0,24	-1,82	
Well №5492	0,01	0,44	0,52	0,59	0,097
Kcop		33,3	41,3	48,3	
water from the «Treatment Station»	0,16	0,34	0,44	0,32	0,097
Kcop		0,52	1,14	0,39	

The data in Table 3 indicate that, in water from well No. 1943 («Kenetkol»), well No. 2-B («Kuskol»), and the treatment station, the complexation coefficient (Kcop) decreased by 0.04–0.6 after 60 seconds of red-light exposure compared with the value recorded after 30 seconds. Conversely, the mineralized medicinal-table water from well No. 5492 («Kulager-Arasan») exhibited an increase in (Kcop) after 60 seconds of irradiation.

A higher (Kcop) value indicates a greater capacity of dissolved organic substances to form soluble complexes with iron (III) ions and suggests increased stability of the complexes formed. Table 4 presents the chemical activity coefficient (Ka) of organic impurities with respect to iron (III) compounds.

Table 4 – Seasonal chemical activity of organic impurities in water from different sources towards iron (III) compounds

Sampling site	Initial Ka			Ka after 30 seconds of red-light exposure			Ka after 60 seconds of red-light exposure		
	Spring	Summer	Autumn	Spring	Summer	Autumn	Spring	Summer	Autumn
Well №5492	35,5	9,7	12,7	44,1	12,1	15,8	51,6	14,1	18,5
Well №1943	2,3	0,4	0,4	2,2	0,4	0,4	1	0,18	0,20
Well № 2-B	1,01	0,1	1,3	-	-0,04	-0,54	-	-0,27	-3,52
Treatment plant	1,4	0,85	0,008	3,14	1,92	0,018	1,05	0,64	0,006

The results indicate that the capacity of the water samples to form soluble iron complexes with organic impurities increases during spring and declines in autumn. Among all the samples analysed, the organic constituents of water from well No. 5492 (Kulager-Arasan) demonstrated the highest reactivity towards the formation of soluble iron complexes.

Conclusions

The chemical composition of the drinking-water samples showed only minor seasonal changes and remained largely stable over the study period. Samples collected from the Kuskol source (well No. 2-B) and the Kenetkol source (well No. 1943) satisfied the requirements for physiologically adequate water. The TOC concentration in the natural waters varied according to the season, whereas the purification process did not produce a consistent effect on its level.

The complexation coefficient varied with the duration of red-light exposure. Higher (Kcop) values reflected a greater capacity of organic impurities to produce soluble iron(III) complexes and indicated enhanced stability of these complexes. The chemical activity coefficient increased during spring, with the highest complex-forming activity recorded for the water from well No. 5492 (Kulager-Arasan).

REFERENCES

- 1 Noltin, R. F., Gerringa, L. J. A., Swagerman, M. J. W., Timmermans, K. R., & de Baar, H. J. W. Fe (III) speciation in the high nutrient, low chlorophyll Pacific region of the Southern Ocean // *Marine Chemistry*. – 1998. – № 62 (3–4). – P. 335–352. – [https://doi.org/10.1016/S0304-4203\(98\)00046-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4203(98)00046-2)
- 2 Karamanov, D. G., Nikolov, L. N., & Mamatarkova, V. Rapid simultaneous quantitative determination of ferric and ferrous ions in drainage waters and similar solutions. // *Minerals Engineering* – 2002. – № 15(5). – P. 341–346. – [https://doi.org/10.1016/S0892-6875\(02\)00026-2](https://doi.org/10.1016/S0892-6875(02)00026-2)
- 3 Rose, A. L., & Waite, T. D. Kinetics of iron complexation by dissolved natural organic matter in coastal waters // *Marine Chemistry*. – 2003. – № 84(1). – P. 85–103. – [https://doi.org/10.1016/S0304-4203\(03\)00113-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4203(03)00113-0)
- 4 Pullin, M. J., & Cabaniss, S. E. The effects of pH, ionic strength, and iron-fulvic acid interactions on the kinetics of non-photochemical iron transformations. I. Iron(II) oxidation and iron(III) colloid formation // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 2005. – № 67(21). – P.4067–4077. – [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(03\)00366-1](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(03)00366-1)
- 5 Boulanguiez, B., Bouzaza, A., Merabet, S., & Wolbert, D. Photocatalytic degradation of ammonia and butyric acid in plug-flow reactor: Degradation kinetic modeling with contribution of mass transfer // *Journal of Photochemistry and*

Photobiology A: Chemistry. – 2008. – № 200(2–3). – P. 254–261. – <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2008.08.005>

6 **Rodionova, O. A.** Organic matter in natural waters and its complexation with metals // In Water : Chemistry and Ecology. – 2023. – No. 7. – P. 33–39.

7 **Burkov, A.** Seasonal variation of total organic carbon in natural waters // In Water Resources, 2022. – Vol. 49. – No. 4. – P. 512–519.

8 **Burtseva, Yu.** Problems of control and determination of organic impurities in drinking water // In Advances in Current Natural Sciences. – 2013. – No. 9. – P. 110–111.

9 **Boothby, T.C. et al.** Tardigrades use intrinsically disordered proteins to survive desiccation // Mol. Cell. – 2017. – № 65. – P. 975–984

10 **Lebre, P. H., De Maayer, P., Cowan, D. A.** Xerotolerant bacteria : Surviving through a dry spell // Nat. Rev. Microbiol. 2017. – № 15. – P. 285–296.

11 **Oliver, M. J. et al.**, Desiccation tolerance: Avoiding cellular damage during drying and rehydration // Annu. Rev. Plant Biol. – 2020. – № 71. – P. 435–460.

Received 20.07.26.

Received in revised form 12.08.26.

Accepted for publication 03.09.26.

*А. Г. Жаксыбаева¹, С. М. Сергазина², Н. Н. Нурмуханбетова³,
А. Р. Камзе⁴, С. С. Калиева⁵

¹Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.

^{2,3,4}Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті,
Қазақстан республикасы, Көкшетау қ.

⁵Astana International University,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.

0.07.26 ж. баспаға түсті.

12.08.26 ж. түзетулерімен түсті.

03.09.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

ҚЫЗЫЛ ЖАРЫҚПЕН БЕЛСЕНДІРІЛГЕН АУЫЗ СУЫНДА ОРГАНО-ТЕМІР КЕШЕНДЕРІНІҢ ТҮЗІЛУІ

Алғаш рет Ақмола облысындағы жерасты көздерінен алынған ауыз суды қызыл жарықпен белсендіру суда тұрақты темір–органикалық кешендердің түзілуіне әкелетіні тәжірибелік тұрғыдан анықталды. Сәулелендіру нәтижесінде су құрамындағы

темір мен органикалық қоспалардың химиялық түрлері өзгеріп, олардың реакциялық қабілетіне, ерігіштігіне және сулы ортадағы тұрақтылығына әсер ететіні көрсетілді. Әртүрлі су көздерінен алынған органикалық компоненттердің темір (III) иондарына қатысты химиялық белсенділігі салыстырмалы түрде бағаланып, олардың кешен түзу қабілеті мен реакциялық белсенділігінде айырмашылықтар анықталды. Зерттеу нәтижелері кешен түзілу коэффициентінің органикалық заттардың табиғатына және қызыл жарықпен әсер ету ұзақтығына тәуелді екенін көрсетті. Бұл анықталған үдерістердің динамикалық сипатын дәлелдейді. Алынған заңдылықтар кешен түзілу үдерістерін мақсатты түрде реттеуге және судың қасиеттерін өзгертуге мүмкіндік береді. Зерттеудің практикалық маңызы темір тапшылығы анемиясының алдын алуға және адам ағзасындағы физиологиялық үдерістерді қалыпқа келтіруге арналған биологиялық белсенді суларды әзірлеу үшін қызыл жарықпен белсендірілген суды пайдалану мүмкіндігімен байланысты.

Кілтті сөздер: белсенділік коэффициенті, қызыл жарық, кешен түзілу коэффициенті, темір, жерасты сулары, жалпы органикалық көміртек.

*А. Г. Жаксыбаева¹, С. М. Сергазина², Н. Н. Нурмуханбетова³,
А. Р. Камзе⁴, С. С. Калиева⁵

¹Евразийский Национальный университет имени Л. Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Астана;

^{2,3,4}Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова,
Республика Казахстан, г. Кокшетау;

⁵Astana International University,
Республика Казахстан, г. Астана.

Поступило в редакцию 20.07.26.

Поступило с исправлениями 12.08.26.

Принято в печать 03.09.26.

ОБРАЗОВАНИЕ ОРГАНО-ЖЕЛЕЗНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ, АКТИВИРОВАННОЙ КРАСНЫМ СВЕТОМ

Впервые экспериментально установлено, что активация питьевой воды, полученной из подземных источников Акмолинской области, красным светом приводит к образованию в воде устойчивых железо-органических комплексов. Показано, что под воздействием

облучения изменяются химические формы железа и органических примесей, что влияет на их реакционную способность, растворимость и устойчивость в водной среде. Проведена сравнительная оценка химической активности органических компонентов воды из различных источников по отношению к ионам железа (III), в результате чего выявлены различия в их комплексообразующей способности и реакционной активности. Установлено, что коэффициент комплексообразования зависит как от природы органических веществ, так и от продолжительности воздействия красного света, что подтверждает динамический характер рассматриваемых процессов. Выявленные закономерности могут быть использованы для целенаправленного регулирования процессов комплексообразования и изменения свойств воды. Практическая значимость исследования заключается в возможности использования воды, активированной красным светом, для разработки биологически активных вод, предназначенных для профилактики железодефицитной анемии и нормализации физиологических процессов в организме человека.

Ключевые слова: коэффициент активности, красный свет, коэффициент комплексообразования, железо, подземные воды, общий органический углерод.

SRSTI 76.31.29

<https://doi.org/10.48081/BTOUChemBio3.2026/31-39>***T. M. Kenzhanova¹, A. K. Sviderskiy²**

^{1,2}Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9436-2877>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7277-5882>

*e-mail: tkenzhanova@gmail.com

CHEMICAL COMPOSITION OF THE EXTRACT AND BIOACTIVE COMPOUNDS OF BLACK-FRUITED COTONEASTER (COTONEASTER MELANOCARPUS)

This article reports the findings of an investigation into black-fruited cotoneaster (Cotoneaster melanocarpus) as a potential source of biologically active substances. The phytochemical composition of this plant was evaluated, and the primary groups of pharmacologically relevant compounds were characterized. A comparative review of extraction techniques and their influence on the yield and qualitative composition of target substances was conducted. The research utilized mixed maceration with ultrasonic assistance, employing a 70 % ethanol solution as the extracting solvent. GC-MS analysis established the occurrence of terpenoids, steroids, vitamins, aromatic compounds, and fatty acids within the leaf extract. Among the principal constituents detected were squalene (19.59 %), 9,19-cyclolanost-24-en-3-ol acetate (17.45 %), Vitamin E (11.61 %), and lup-20(29)-en-3-one (10.95 %), each displaying considerable pharmacological significance. The presence of phenolic compounds, essential oils, and ascorbic acid was further verified through qualitative chemical reactions. The feasibility of incorporating the obtained extracts into pharmaceutical, food, and cosmetic production was evaluated. The data gathered may serve as a foundation for creating novel therapeutic formulations, functional dietary supplements, and cosmetic preparations enriched with naturally derived antioxidants and other valuable constituents sourced from this underexplored plant species native to Kazakhstan.

Keywords: black-fruited cotoneaster, *Cotoneaster melanocarpus*, biologically active substances, GC-MS analysis, phytochemical composition, extract, antioxidants.

Introduction

Cotoneasters are frost-tolerant shrubs belonging to the Rosaceae family, encompassing roughly 278 species found across Africa, Europe, Asia, and Kazakhstan [1]. The phytochemical profile of plants within this genus is characterized by the presence of flavonoids, phenolcarboxylic acids, coumarins, anthocyanins, ascorbic acid, and various other bioactive compounds [2]. These constituents demonstrate antioxidant, anti-inflammatory, antiparasitic, hepatoprotective, and antidiabetic effects. In folk medicine, the bark, buds, leaves, and flowers of cotoneaster have been traditionally employed in the management of gastrointestinal conditions [3; 4]. Furthermore, certain species yield fruits suitable for consumption [7]. The present study supports the promise of the understudied species *Cotoneaster melanocarpus* as a botanical source for the creation of excipients and medicinal products in Kazakhstan [8].

Materials and methods

At Toraighyrov University, a dense extract was prepared from the insufficiently explored fruits and leaves of black-fruited cotoneaster (*Cotoneaster melanocarpus*). The extraction procedure involved mixed maceration combined with ultrasonic treatment at a frequency of 18–25 kHz over a 30-minute period. A 70 % ethyl alcohol solution served as the solvent, with a plant material-to-solvent ratio of 1:15, equivalent to 5 grams of raw material and 75 grams of solvent [5; 6]. The resulting extract was then passed through paper filters with a pore diameter of 0.5 μm , and the clarified residue was concentrated by means of a vacuum evaporator. The total yield of the dense extract amounted to 15 grams.

Qualitative screening of the dense extract of *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt confirmed a predominant content of phenolic compounds, essential oils, and azo dyes. The detection of phenols was carried out using qualitative reactions with iron (III) chloride, aluminum (III) chloride, and sodium hydroxide.

Results and discussion

Upon adding 3 drops of iron (III) chloride to 3 ml of the filtrate, a blue-violet coloration developed. When ferric ammonium alum was introduced into 5 ml of the filtrate, a bluish turbidity was observed. The reaction with sodium hydroxide produced no visible change in the filtrate.

Qualitative tests for Vitamin C (ascorbic acid) were additionally carried out, as this compound is known to be present in the fruits. The procedure involved the reagent 2,6-dichlorophenolindophenol (DCPIP). Azo dyes are formed through the reaction between diazonium salts and phenolic compounds. Under acidic conditions in the presence of sodium hydroxide, a pink coloration of the solution was noted.

To validate the findings of the qualitative analysis, GC-MS analysis of the test sample was conducted. The compounds identified throughout the study are summarized in Table 1. The detection of these substances aligns with the outcomes of the qualitative reactions, thereby confirming the accuracy and reliability of the phytochemical investigation.

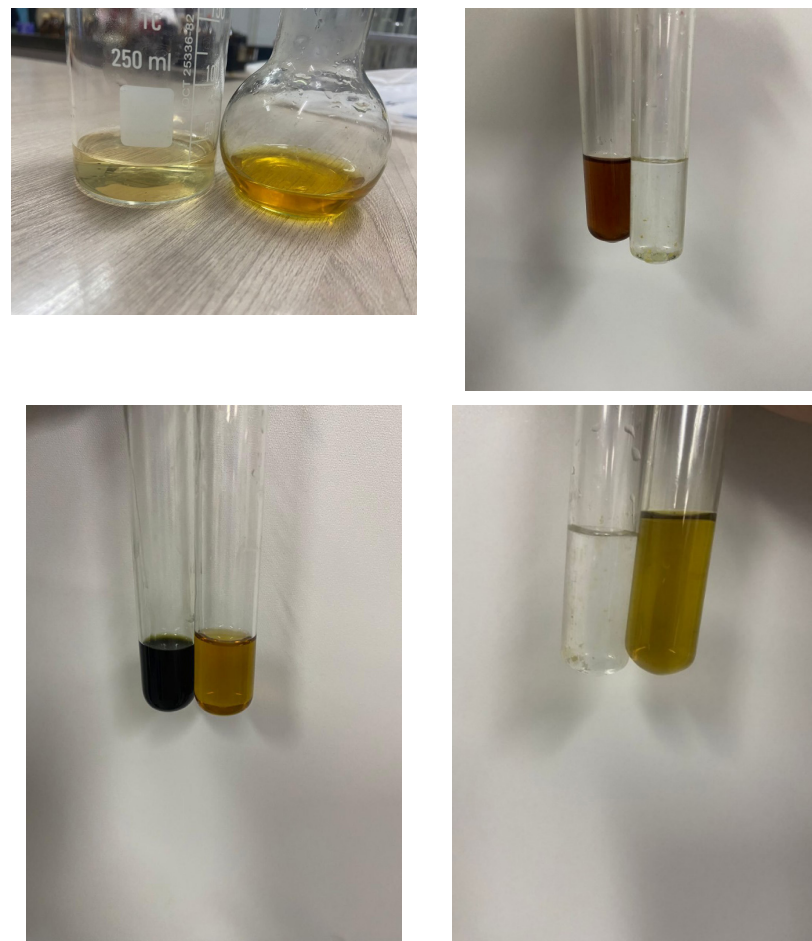


Figure 1

Table 1 – Results of GC-MS analysis of the black-fruited cotoneaster (*Cotoneaster melanocarpus*) leaf extract. Classification of identified compounds by chemical groups.

Group of Compounds	Name of Chemical Compound
Aromatic compounds	Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)
	Benzene, (1-methyldodecyl)
	Benzene, (1-propylheptadecyl)
	Benzene, 1,1'-[1,2-ethanediylbis(oxy)]bis 1,3-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester
Alkanes and derivatives	Hexadecane, 2,6,11,15-tetramethyl Heneicosane
Terpenes	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol
	Phytol
	Lup-20(29)-en-3-one
	Squalene
Acids	Hexadecanoic acid, ethyl ester
	Ethyl 9-hexadecenoate
	9,12-Octadecadienoic acid, ethyl ester
	9,12,15-Octadecatrienoic acid, ethyl ester, (Z,Z,Z)
	9,12,15-Octadecatrienoic acid, (Z,Z,Z) 4,8,12,16-Tetramethylheptadecan-4-olide
Phthalates	Dibutyl phthalate
	Diisooctyl phthalate
Steroids	β -Sitosterol
	Stigmast-4-en-3-one
	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, acetate, (3 β)
Vitamins	Vitamin E
	Phytol, acetate
Ketones	2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl
	5,9,13-Pentadecatrien-2-one, 6,10,14-trimethyl-, (E,E)
Alcohols	1,6,10,14-Hexadecatetraen-3-ol, 3,7,11,15-tetramethyl
Alkenes	1,6,10,14,18,22-Tetracosahexaen-3-ol, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl

Table 2 presents the results of a more detailed analysis, in which a greater number of biologically active compounds of practical interest were identified. The obtained data allow a more complete characterisation of the chemical composition of the studied raw material and confirm its prospects as a source of biologically active substances.

Table 2 – Compounds detected in large quantities (X>10 %) in the black-fruited cotoneaster (*Cotoneaster melanocarpus*) leaf extract.

Compound Name	Content (%)	Functional Activity
Squalene	19.59	Antioxidant activity, Immunomodulatory effect, Anti-inflammatory activity, Wound-healing effect.
9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, acetate, (3 β)-	17.45	Hepatoprotective activity, Anti-inflammatory activity, Immunomodulatory effect, Antioxidant properties, Hypolipidemic activity.
Vitamin E	11.61	Antioxidant activity, Immunomodulatory effect, Cardioprotective activity, Hepatoprotective properties, Anti-inflammatory activity.
Lup-20(29)-en-3-one	10.95	Anti-inflammatory activity, Hepatoprotective activity, Antitumor activity, Antibacterial activity, Antidiabetic activity.

Conclusions

The phytochemical examination of black-fruited cotoneaster (*Cotoneaster melanocarpus*) through qualitative reactions and GC-MS analysis demonstrated a broad spectrum of biologically active constituents. The leaf extract was found to contain aromatic compounds, terpenes, steroids, vitamins, organic acids, and additional bioactive substances. The principal components identified at concentrations above 10 % were squalene (19.59 %), 9,19-cyclolanost-24-en-3-ol acetate (17.45 %), Vitamin E (11.61%), and lup-20(29)-en-3-one (10.95 %). These compounds are associated with antioxidant, anti-inflammatory, hepatoprotective, and immunomodulatory activities. The findings substantiate the considerable potential of *C. melanocarpus* as a natural raw material for pharmaceutical, cosmetic, and food industry applications, and provide a basis for continued research aimed at developing novel plant-based medicinal preparations and functional products in Kazakhstan.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Сапарбаева, Н. А. Распространение и видовое разнообразие эндемичных видов растений хребта Джунгарский Алатау // Вестник Карагандинского университета. – Алматы, 2017. – С. 8.

2 Kicel, A. An Overview of the Genus *Cotoneaster* (Rosaceae): Phytochemistry, Biological Activity, and Toxicology. – Antioxidants (Basel), 2020.

3 Род Кизильник – официальный сайт Экологического центра «Экосистема». [Электронный ресурс]. – URL: <http://ecosystema.ru/08nature/fruits/p085.html>

4 Стратегия традиционной медицины на 2014–2023 годы // Доклад Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). – 2015. – 157 с.

5 Tilburt, J. C., Kaptchuk, T. J. Herbal medicine research and global health: an ethical analysis // Bulletin of the World Health Organization. – 2008. – Vol. 86. – P. 33–044.

6 Распоряжение Премьер-Министра Республики Казахстан от 6 октября 2020 года № 132-р «Об утверждении Комплексного плана развития фармацевтической и медицинской промышленности на 2020–2025 годы».

7 Правоскова, Ю. А. Кизильник: посадка и уход в открытом грунте. [Электронный ресурс]. – URL: <https://tutknow.ru/>

8 Кизильник // Казахстан. Национальная энциклопедия. – Алматы : Қазақ энциклопедиясы, 2005. – Т. III.

9 Sharp-leaved *Cotoneaster Turcz* – Plants of the World Online. Royal Botanic Gardens. [Электронный ресурс]. – URL: <https://powo.science.kew.org/>

10 *Cotoneaster adpressus* Bois – Natural-Museum. [Electronic resource]. – URL: <https://natural-museum.ru/flora/10002662>

11 Голицын, С. В. *Cotoneaster alaunica* Golits. // Новости систематики высших растений / ред. И. А. Линчевский. – 1964. – Т. 1. – С. 145–146.

12 *Cotoneaster mongolicus* – Plants of the World Online. Royal Botanic Gardens, Kew. [Electronic resource]. – URL: <https://powo.science.kew.org/>

13 *Cotoneaster tenuipes* – Chinese Plant Names @ eFloras.org. [Electronic resource]. – URL: <http://www.efloras.org/>

14 *Cotoneaster karatavicus* Pojark. – Plantarium. [Electronic resource]. – URL: <https://www.plantarium.ru/>

15 *Cotoneaster hjelmqvistii* Flinck & B. Hylmo. – Plantarium. [Electronic resource]. – URL: <https://www.plantarium.ru/>

REFERENCES

1 Saparbayeva, N. A. Raspredelenie i vidovoe raznoobraziye endemichnykh vidov rasteniy khrebtu Dzhungarskiy Alatau [Distribution and species diversity of endemic plant species of the Dzungarian Alatau ridge] // Vestnik Karagandinskogo universiteta. – 2017. – P. 8.

2 Kicel, A. An Overview of the Genus *Cotoneaster* (Rosaceae): Phytochemistry, Biological Activity, and Toxicology. – Antioxidants (Basel), 2020.

3 Rod Kizilnik [Genus *Cotoneaster*] – Ekologicheskiy tsentr «Ekosistema» [Ecological Center «Ecosystem»]. [Electronic resource]. – URL: <http://ecosystema.ru/08nature/fruits/p085.html>

4 Strategiya traditsionnoy meditsiny na 2014–2023 gody [Traditional Medicine Strategy 2014–2023] // Doklad Vsemirnoy organizatsii zdavookhraneniya (VOZ). – 2015. – 157 p.

5 Tilburt, J. C., Kaptchuk, T. J. Herbal medicine research and global health: an ethical analysis // Bulletin of the World Health Organization. – 2008. – Vol. 86. – P. 33–044.

6 Rasporyazheniye Prem'yer-Ministra Respubliki Kazakhstan ot 6 oktyabrya 2020 goda № 132-r [Order of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan dated October 6, 2020, No. 132-r «On Approval of the Comprehensive Plan for the Development of the Pharmaceutical and Medical Industry for 2020–2025»].

7 Pravoskova, Yu. A. Kizilnik: posadka i ukhod v otkrytom grunte [Cotoneaster: planting and care in open ground]. [Electronic resource]. – URL: <https://tutknow.ru/>

8 Kizilnik [Cotoneaster] // Kazakhstan. Natsionalnaya entsiklopediya [Kazakhstan. National Encyclopedia]. – Almaty : Kazak entsiklopediyasy, 2005. – Vol. III.

9 Sharp-leaved *Cotoneaster Turcz* – Plants of the World Online. Royal Botanic Gardens. [Electronic resource]. – URL: <https://powo.science.kew.org/>

10 *Cotoneaster adpressus* Bois – Natural-Museum. [Electronic resource]. – URL: <https://natural-museum.ru/flora/10002662>

11 Golitsyn, S. V. *Cotoneaster alaunica* Golits. // Novosti sistematiki vysshikh rasteniy [News of the Systematics of Higher Plants] / ed. I. A. Linchevsky. – 1964. – Vol. 1. – P. 145–146.

12 *Cotoneaster mongolicus* – Plants of the World Online. Royal Botanic Gardens, Kew. [Electronic resource]. – URL: <https://powo.science.kew.org/>

13 *Cotoneaster tenuipes* – Chinese Plant Names @ eFloras.org. [Electronic resource]. – URL: <http://www.efloras.org/>

14 *Cotoneaster karatavicus* Pojark. – Plantarium. [Electronic resource]. – URL: <https://www.plantarium.ru/>

15 *Cotoneaster hjelmqvistii* Flinck & B. Hylmo. – Plantarium. [Electronic resource]. – URL: <https://www.plantarium.ru/>

Received 05.06.26.

Received in revised form 09.06.26.

Accepted for publication 02.09.26.

*Т. М. Кенжанова¹, А. К. Сви́деский²

^{1,2}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

05.06.26 ж. баспаға түсті.

09.06.26 ж. түзетулерімен түсті.

02.09.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

ҚАРАӨРІК КИЗИЛІ (COTONEASTER MELANOCARPUS) ЭКСТРАКТЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ҚОСЫЛЫСТАРЫ

Мақалада қараөрік кизилінің (*Cotoneaster melanocarpus*) биологиялық белсенді заттардың көзі ретінде зерттелуінің нәтижелері ұсынылған. Осы өсімдіктің химиялық құрамына талдау жүргізілді, фармакологиялық белсенділігі бар негізгі қосылыстар тобы анықталды. Әртүрлі экстракция әдістері мен олардың мақсатты компоненттердің шығымдылығы мен құрамына әсері зерттелді. 70 % этил спирті ерітіндісін қолдана отырып, ультрадыбыстық өңдеу жағдайында аралас мацерация арқылы экстракт алынды. GC-MS талдауы жапырақ экстрактында терпеноидтердің, стероидтердің, витаминдердің, хош иісті қосылыстардың және май қышқылдарының болуын растады. Алынған экстрактарды фармацевтикалық, тамақ және косметикалық салаларда пайдалану болашағы бағаланды. Алынған нәтижелер табиғи антиоксиданттармен байытылған жаңа дәрілік препараттарды, функционалдық қоспаларды және косметикалық өнімдерді жасауда қолданылуы мүмкін.

Кілтті сөздер: қараөрік кизилі, *Cotoneaster melanocarpus*, биологиялық белсенді заттар, GC-MS талдауы, фитохимиялық құрам, экстракт, антиоксиданттар.

*Т. М. Кенжанова¹, А. К. Сви́деский²

^{1,2}Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Поступило в редакцию 05.06.26.

Поступило с исправлениями 09.06.26.

Принято в печать 02.09.26.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭКСТРАКТА И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КИЗИЛЬНИКА ЧЕРНОПЛОДНОГО (COTONEASTER MELANOCARPUS)

В данной статье представлены результаты исследования черноплодного кизильника (*Cotoneaster melanocarpus*) как потенциального источника биологически активных веществ. Был проведён анализ фитохимического состава данного растения, а также охарактеризованы основные группы соединений, обладающих фармакологической значимостью. Выполнен сравнительный обзор методов экстракции и их влияния на выход и качественный состав целевых веществ. В работе применялся метод смешанной мацерации с ультразвуковым воздействием с использованием 70 % раствора этанола в качестве экстрагента. Методом ГХ-МС анализа в экстракте листьев было подтверждено наличие терпеноидов, стероидов, витаминов, ароматических соединений и жирных кислот. К числу основных выявленных компонентов относятся сквален (19,59 %), ацетат 9,19-циклолност-24-ен-3-ола (17,45 %), витамин Е (11,61 %) и луп-20(29)-ен-3-он (10,95 %), каждый из которых обладает выраженной фармакологической активностью. Присутствие фенольных соединений, эфирных масел и аскорбиновой кислоты было дополнительно подтверждено с помощью качественных химических реакций. Оценена возможность использования полученных экстрактов в фармацевтической, пищевой и косметической промышленности. Собранные данные могут служить основой для разработки новых терапевтических препаратов, функциональных пищевых добавок и косметических средств, обогащённых природными антиоксидантами и другими ценными соединениями этого малоизученного растения, произрастающего в Казахстане.

Ключевые слова: кизильник черноплодный, *Cotoneaster melanocarpus*, биологически активные вещества, ГХ-МС анализ, фитохимический состав, экстракт, антиоксиданты.

<https://doi.org/10.48081/BTOUChemBio3.2026/40-51>

***A. B. Sheriyazdanova¹, M. A. Issabayeva², T. B. Tugambayeva³**

^{1,2,3}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6578-6513>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8119-3865>

³ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2226-2361>

*e-mail: muratovaa_aruzhan@mail.ru

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE SLOW COKE PROCESS FOR HEAVY OIL RESIDUES

The article discusses modern approaches to improving the efficiency of the process of delayed coking of heavy oil residues. In conditions of deterioration of the quality of crude oil and an increase in the proportion of heavy fractions in the structure of processed oil, technologies for deep processing of hydrocarbon raw materials are of particular importance. The delayed coking process is one of the most common methods of processing vacuum residues, tar and other heavy oil fractions.

The paper analyzes the main factors affecting the efficiency of the delayed coking process, including the composition of raw materials, temperature regime, residence time of raw materials in the reaction zone and the design features of the equipment. The mechanisms of thermal decomposition of heavy hydrocarbons leading to the formation of gaseous, liquid and solid processed products are examined. Special attention is paid to increasing the yield of light oil products and reducing the formation of undesirable by-products.

Based on the analysis of modern scientific publications, promising areas for improving the process of delayed coking have been identified, including preliminary preparation of raw materials, optimization of technological parameters and the introduction of modern process control systems.

The results of the analysis can be used in the development and modernization of deep processing plants for heavy oil residues.

Keywords: delayed coking, heavy oil residues, oil refining, thermal cracking, petroleum coke, refining efficiency.

Introduction

In the context of the modern development of the oil refining industry, there is a steady trend of deterioration in the quality of processed raw materials. A decrease in light oil reserves and an increase in the share of heavy and high-sulfur oils in the global production structure require the development of effective technologies for deep processing of hydrocarbon raw materials. In this regard, the processing of heavy oil residues formed after atmospheric and vacuum distillation of oil is of particular relevance.

Heavy oil residues are characterized by a high content of high molecular weight components such as asphaltenes and resins, as well as an increased concentration of sulfur, nitrogen, and metal compounds. The presence of these components significantly complicates their processing and reduces the efficiency of catalytic processes. Therefore, thermal processes are widely used for processing such raw materials, among which the process of delayed coking is the most common [1; 2].

The delayed coking process allows the processing of vacuum residues, tar and other heavy oil fractions to produce gaseous products, gasoline and gas oil fractions, as well as petroleum coke. Due to its technological simplicity and high reliability, this process has become widespread in oil refineries in many countries of the world [3].

Despite its widespread industrial use, the delayed coking process has a number of disadvantages, including high coke yield, significant energy consumption, and dependence of technological parameters on the composition of the processed raw materials. In this regard, an important scientific task is to find ways to increase the efficiency of this process [4; 5].

The purpose of this work is to analyze modern scientific approaches to improving the efficiency of the process of delayed coking of heavy oil residues.

Materials and methods

This work uses methods of theoretical analysis and generalization of scientific and technical information aimed at studying the processes of processing heavy oil residues and ways to increase the efficiency of the delayed coking process.

The research was based on the analysis of domestic and foreign literature, including educational publications, monographs and scientific articles devoted to thermal methods of processing heavy fractions of oil. The sources used are works reflecting modern ideas about the composition of heavy oil residues, the mechanisms of their thermal decomposition and the features of the delayed coking process.

The work used a comparative analysis of various technologies for deep processing of oil residues, including delayed coking, thermal cracking and hydraulic processes. Special attention is paid to identifying key factors affecting the

efficiency of the process, such as the physico-chemical properties of raw materials, temperature, pressure, and residence time in the reaction zone.

To study the mechanism of petroleum coke formation, the method of theoretical generalization of data on the course of radical chain reactions of thermal decomposition of high-molecular hydrocarbons, including the processes of destruction, aromatization and polycondensation, was used.

Results and discussion

1 Current state of heavy oil residue processing

In recent decades, the global oil refining industry has seen a steady increase in the share of heavy and high-sulfur oils in the structure of hydrocarbon production. This is due to the gradual depletion of light oil reserves and the involvement of heavy and superheavy oil fields in the development. As a result, the importance of technologies for deep processing of oil residues is increasing [1].

Heavy oil residues are refined petroleum products obtained after atmospheric and vacuum distillation. These include fuel oil, vacuum residue, and tar. These products are characterized by high density, significant viscosity and complex chemical composition, including a large number of high molecular weight compounds [2].

The main components of heavy oil residues are saturated hydrocarbons, aromatic compounds, resins and asphaltenes. Asphaltenes are the heaviest fraction of oil and are characterized by a complex polycyclic structure. The high content of asphaltenes and resins leads to a decrease in the thermal stability of raw materials and contributes to the formation of coke under thermal exposure [6].

In this regard, thermal processes are widely used for processing heavy oil residues, among which the process of delayed coking occupies a special place.

2 Technology of the delayed coking process

The process of delayed coking refers to thermal methods of processing heavy oil residues. It is based on the thermal decomposition of high molecular weight hydrocarbons at elevated temperatures to form lighter products and a solid carbonaceous residue, petroleum coke.

The technological process is carried out at a temperature of 480 – 520 °C and a relatively low pressure. The main feature of the process is the transfer of the coke formation zone from the tubular furnace to special reaction apparatuses – coke chambers. The residence time of the raw materials in the chamber and the temperature profile have a decisive effect on the yield and properties of the resulting coke and liquid products [6].

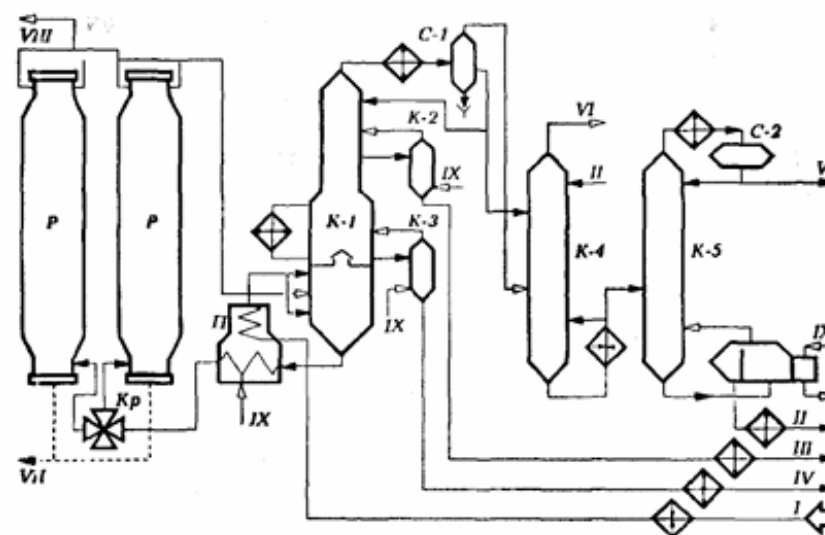
Numerous studies show that changing the process temperature by even a few degrees can significantly affect the ratio of liquid and solid products. An increase in temperature, as a rule, leads to an increase in coke yield, while a decrease in

temperature increases the yield of liquid fractions, but may worsen the stability of the process [5; 7].

Due to the high sensitivity of the delayed coking process to the operating parameters, the task of optimizing them is of particular importance. This requires an integrated approach that takes into account the properties of raw materials, the design features of the equipment and the quality requirements of the products [5].

According to the technological design, delayed coking plants of various types differ slightly from each other and mainly operate according to the following typical scheme: feedstock → heating in the convection section of the furnace → heating in the lower part of the distillation column due to the heat of the coking products → heating of secondary raw materials in the radiant section of the furnace → coke chambers → fractionation [8].

The basic technological scheme of the heating-reaction-fractionating section of a two-block delayed coking unit is shown in Figure 1 [8].



I – raw materials; II – stable gasoline; III – light gas oil;
IV – heavy gas oil; V – stabilization head; VI – dry gas; VII – coke;
VIII – steam steaming chambers; IX – water vapor [8].

Figure 1 – The main technological scheme of a two-block delayed coking unit [8].

The raw material – tar or cracking residue (or a mixture thereof) – is heated in the heat exchangers and convection pipes of the furnace and fed to the upper

cascade plate of the K-1 column. Part of the raw material is fed to the lower cascade plate to regulate the recirculation coefficient. Hot gases and vapors of coking products from the coke chambers are fed under the lower cascade plate of this column. As a result of the contact of raw materials with the upward flow of gases and vapors of coking products, the raw materials are heated to a temperature of 390 – 405 ° C, while its low-boiling fractions evaporate, and heavy steam fractions condense, mix with the raw materials and form a stream called secondary raw materials.

Secondary raw materials are taken from the lower part of the K-1 column by a furnace pump and sent to the reaction pipes of the furnaces located in their radiant section (two of them operate simultaneously). In the furnaces, the secondary raw materials are heated to 490-510 °C and fed through four-way cranes in two parallel streams into two working coke chambers, while the other two chambers are in the preparatory cycle at this time. Entering the lower part of the chambers, the hot raw materials gradually fill them. Since the volume of the chambers is large, the residence time of the raw materials in them is also significant, and the cracking of the raw materials takes place. The vapors of the coking products are continuously discharged from the chambers into the K-1 column, while the weighted residue remains in the chamber. The liquid residue turns into a coke-like mass [8].

The fractionating part of the delayed coking unit includes: main distillation column K-1, steam columns K-2 and K-3, fractionating absorber K-4 for deethanization of coking gases, gasoline stabilization column K-5.

The K-1 column is divided by a semi-sealed plate into two parts: the lower one, which is a mixing condenser, and not the distillation part of the column; the upper one, which performs the function of the concentration part of the distillation column. In the upper part of K-1, coking products are separated into gas, gasoline, light and heavy gas oil. The temperature regime of the column is regulated by upper acute and intermediate circulating irrigation. Light and heavy gas oil are discharged through steam columns K-2 and K-3, respectively [8].

Gases and unstable gasoline flow from the C-1 separator into the K-4 fractionating absorber. Cooled stable gasoline is supplied to the upper part of the K-4, and heat is supplied to the lower part through a boiler with a steam chamber. Dry gas is discharged from the upper part of the K-4, and saturated unstable gasoline is discharged from the lower part, which is sent to the K-5 column for stabilization. In this column, the head fraction consisting of a propane-butane mixture is removed from it. Stable gasoline is then cooled, purified from sulfur compounds by alkaline flushing and removed from the plant.

Coke chambers operate on a cyclic schedule, sequentially passing through the following stages: coking, coke cooling, coke unloading, and chamber heating.

When the chamber is filled to about 70–80 % of its height, the flow of raw materials is transferred to another chamber using switching taps. The chamber filled with coke is purged with steam to remove liquid products and oil vapors. The resulting products first enter the K-1 column. After lowering the coke temperature to 400 – 405 ° C, the steam flow is disconnected from the column and sent to a scrubber (not shown in the diagram). The coke is then cooled with steam to 200 ° C, after which water is supplied to the chamber [8].

After cooling, the coke is removed from the chambers. The hydraulic method is used for this purpose. The coke layers are destroyed by a jet of water at a pressure of 10-15 MPa. Drilling rigs with a height of about 40 m are installed above each chamber, designed for hanging drilling equipment. A hydraulic hammer is fixed on the tower, with the help of which a central hole is drilled in the coke layer. The hydraulic hammer is then replaced with a hydraulic cutter. The hydraulic cutter is equipped with nozzles that deliver powerful jets of water directed at the walls of the chamber. Moving inside the chamber, the hydraulic cutter completely separates the coke from the walls. Next, the coke enters the processing and transportation department, where it is crushed, sorted into three fractions and transported to warehouses [8].

3 The mechanism of formation of petroleum coke

The process of coke formation is a complex set of chemical reactions occurring at high temperatures. The main mechanism is the thermal cracking of high molecular weight hydrocarbons.

When heated, heavy hydrocarbon molecules undergo homolytic bond breaking, resulting in the formation of free radicals. These radicals enter into subsequent reactions, including decomposition, isomerization, and polycondensation reactions [9].

Simultaneously, dehydrogenation and aromatization reactions occur, leading to the formation of polycyclic aromatic compounds. Further polycondensation of these compounds leads to the formation of a solid carbonaceous structure – petroleum coke.

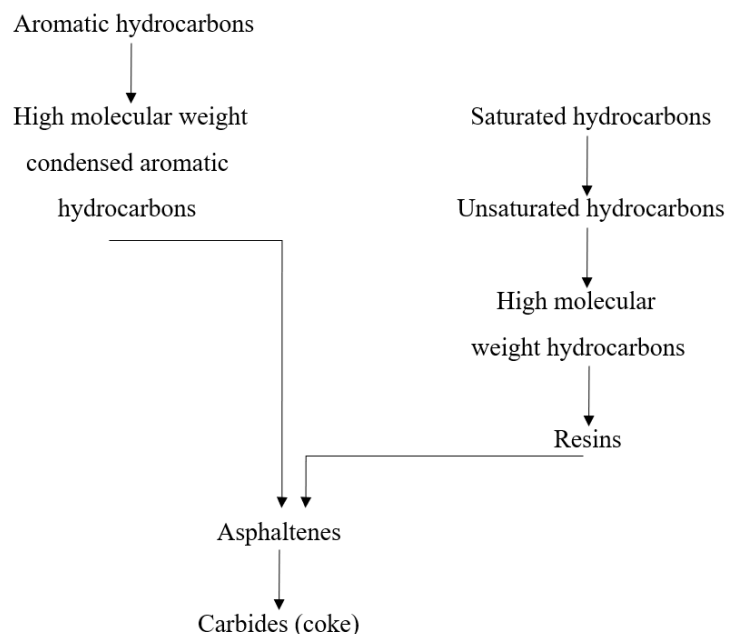


Figure 2 – Scheme of petroleum coke formation [9].

The rate of coke formation depends on the temperature of the process, the residence time of the raw materials in the reaction zone and the chemical composition of the processed raw materials.

4 Influence of the raw material composition on the coking process

One of the key factors determining the efficiency of the delayed coking process is the composition of the processed raw materials. Heavy oil residues contain significant amounts of asphaltenes, resins, and metals, which have a significant effect on the course of thermal reactions (Table 1).

Asphaltenes have a high molecular weight and a complex aromatic structure. When heated, they are prone to polycondensation reactions, which leads to an increase in coke yield [10; 11; 12].

In addition, heavy oil residues may contain significant amounts of metals, primarily vanadium and nickel. These elements are able to catalyze dehydrogenation and aromatization reactions, which accelerates the formation of coke and reduces the yield of liquid products.

Table 1 – Main characteristics of heavy oil residues [12]

Indicator	Value
Density	980–1050 kg/m ³
Sulfur content	Sulfur content
Asphaltenes	Asphaltenes
Resins	Resins
Metals	Metals

5 Influence of technological parameters of the process

The efficiency of the delayed coking process is largely determined by technological parameters, among which the temperature, pressure and residence time of the raw material in the reaction zone are of the greatest importance.

Temperature is the most important parameter of the process. As the temperature increases, thermal cracking reactions accelerate, which leads to an increase in the yield of gaseous products and coke. The optimal temperature range for the delayed coking process is 480–520 °C [5].

The residence time of the raw materials in the reaction zone also has a significant effect on the distribution of the process products. An increase in residence time contributes to a deeper decomposition of heavy hydrocarbons, but at the same time enhances polycondensation reactions and coke formation.

6 Ways to increase the efficiency of the process

One of the main directions for improving the efficiency of the delayed coking process is the preliminary preparation of raw materials. The use of hydrotreating and demetallization processes makes it possible to reduce the content of sulfur, nitrogen and metals in raw materials, which improves the technological performance of the process [11].

Another important area is the improvement of the design of technological equipment. Optimization of the design of coke chambers and the feed system of raw materials allows to improve the flow distribution and increase the stability of the technological regime.

In addition, considerable attention is paid to the introduction of modern automated process control systems. The use of digital monitoring and control systems allows you to quickly adjust the technological parameters of the process and increase its efficiency [12].

Conclusion

As a result of the analysis, it was found that the process of delayed coking is one of the most effective methods of processing heavy oil residues. This process allows the processing of high molecular weight components of oil to produce gaseous and liquid products, as well as petroleum coke.

It is shown that the efficiency of the process is determined by a number of factors, including the composition of the processed raw materials, the temperature regime, the residence time of the raw materials in the reaction zone and the design features of the technological equipment.

The main directions for increasing the efficiency of the process are:

- preliminary preparation of raw materials;
- optimization of technological parameters of the process;
- improvement of equipment design;
- implementation of modern automated control systems.

The implementation of these measures will increase the yield of valuable petroleum products and increase the economic efficiency of processing heavy oil residues.

REFERENCES

- 1 **Speight, J. G.** The Chemistry and Technology of Petroleum // CRC Press – 2014. – 1024 p. – <https://doi.org/10.1201/b16559>.
- 2 **Gary, J. H., Handwerk, G. E.** Petroleum Refining: Technology and Economics // CRC Press – 2001. – 464 p. – <https://doi.org/10.1201/9780824750487>.
- 3 **Ancheyta, J.** Delayed Coking Process and Technologies // CRC Press – 2013. – 320 p. – <https://doi.org/10.1201/b13833>.
- 4 **Gray, M. R.** Upgrading Petroleum Residues and Heavy Oils // CRC Press – 1994. – 392 p. – <https://doi.org/10.1201/9780203903046>.
- 5 **Rana, M. S., Sámano, V., Ancheyta, J., Diaz, J. A. I.** A review of recent advances on process technologies for upgrading of heavy oils and residua // Fuel – 2007. – Vol. 86. – P.1216–1231. – <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2006.08.004>.
- 6 **Fahim, M. A., Al-Sahhaf, T. A., Elkilani, A. S.** Fundamentals of Petroleum Refining // Elsevier – 2010. – 496 p. – <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52785-1.00008-0>.
- 7 **Mochida, I., Korai, Y., Ku, C.-H., Watanabe, F., Sakai, Y.** Chemistry of synthesis, structure, preparation and application of aromatic-derived mesophase pitch. Carbon, 2000, Vol. 38, pp. 305–328. – [https://doi.org/10.1016/S0008-6223\(99\)00131-2](https://doi.org/10.1016/S0008-6223(99)00131-2).
- 8 **Akhmetov, S. A.** Tekhnologiya pererabotki nefi i gaza [Technology of Oil and Gas Processing] // Uchebnoe posobie dlya vuzov. – Ufa: Gilem, 2002. – 672 p. [Electronic resource]. – <https://djvu.online/file/rPF1xSPRj6Zuz>.
- 9 **Speight, J. G.** Thermal Cracking of Petroleum // Elsevier – 2015. – P. 89–120. – <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805295-0.00004-4>.

10 **Speight, J. G.** Heavy Oil Production Processes // Gulf Professional Publishing – 2013. – P. 215–250. – <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804568-6.00006-6>.

11 **Ancheyta, J., Speight, J. G.** Hydroprocessing of Heavy Oils and Residua // CRC Press – 2007. – 416 p. – <https://doi.org/10.1201/9781420027959>.

12 **Ancheyta, J., Speight, J. G.** Catalytic upgrading of heavy petroleum fractions // Energy & Fuels – 2005. – Vol. 19. – P.1584–1590. – <https://doi.org/10.1021/ef0497003>.

Received 15.05.26.

Received in revised form 19.06.26.

Accepted for publication 03.09.26.

*А. Б. Шериязданова¹, М. А. Исабаева², Т. Б. Тугамбаева³

^{1,2,3}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

15.05.26 ж. баспаға түсті.

19.06.26 ж. түзетулерімен түсті.

03.09.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

АУЫР МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫН БАЯУ КОКСТЕУ ПРОЦЕСІНІҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Мақалада ауыр мұнай қалдықтарын баяу кокстеу процесінің тиімділігін арттырудың заманауи тәсілдері қарастырылған. Мұнай шикізатының сапасының нашарлауы және қайта өңделетін мұнай құрылымындағы ауыр фракциялардың үлесінің артуы жағдайында көмірсутек шикізатын терең өңдеу технологиялары ерекше маңызға ие. Баяу кокстеу процесі вакуумдық қалдықтарды, гудрондарды және басқа да ауыр мұнай фракцияларын өңдеудің кең таралған әдістерінің бірі болып табылады.

Жұмыста баяу кокстеу процесінің тиімділігіне әсер ететін негізгі факторларға, соның ішінде шикізат құрамына, температуралық режимге, шикізаттың реакция аймағында болу уақытына және жабдықтың құрылымдық ерекшеліктеріне талдау жасалды. Газ тәрізді, сұйық және қатты қайта өңдеу өнімдерінің пайда болуына әкелетін ауыр көмірсутектердің термиялық ыдырау механизмдері қарастырылған. Жеңіл мұнай өнімдерінің шығымдылығын арттыру

және жағымсыз жанама өнімдердің тузілуін төмендету мәселелеріне ерекше назар аударылды.

Заманауи ғылыми жарияланымдарды талдау негізінде ишкізатты алдын ала дайындауды, технологиялық параметрлерді оңтайландыруды және технологиялық процестерді басқарудың заманауи жүйелерін енгізуді қоса алғанда, баяу кокстеу процесін жетілдірудің перспективалық бағыттары айқындалды.

Жүргізілген талдау нәтижелері ауыр мұнай қалдықтарын терең өңдеу қондырғыларын әзірлеу және жаңғырту кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Кілтті сөздер: баяу кокстеу, ауыр мұнай қалдықтары, мұнай өңдеу, термиялық крекинг, мұнай коксы, өңдеу тиімділігі.

**А. Б. Шериязданова¹, М. А. Исабаева², Т. Б. Тугамбаева³*

^{1,2,3}Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Поступило в редакцию 15.05.26.

Поступило с исправлениями 19.06.26.

Принято в печать 03.09.26.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ

В статье рассмотрены современные подходы к повышению эффективности процесса замедленного коксования тяжелых нефтяных остатков. В условиях ухудшения качества нефтяного сырья и увеличения доли тяжелых фракций в структуре перерабатываемой нефти особое значение приобретают технологии глубокой переработки углеводородного сырья. Процесс замедленного коксования является одним из наиболее распространенных методов переработки вакуумных остатков, гудронов и других тяжелых фракций нефти.

В работе проведён анализ основных факторов, влияющих на эффективность процесса замедленного коксования, включая состав сырья, температурный режим, время пребывания сырья в реакционной зоне и конструктивные особенности оборудования. Рассмотрены механизмы термического разложения тяжелых углеводородов, приводящие к образованию газообразных, жидких

и твердых продуктов переработки. Особое внимание уделено вопросам повышения выхода светлых нефтепродуктов и снижению образования нежелательных побочных продуктов.

На основе анализа современных научных публикаций определены перспективные направления совершенствования процесса замедленного коксования, включая предварительную подготовку сырья, оптимизацию технологических параметров и внедрение современных систем управления технологическими процессами.

Результаты проведенного анализа могут быть использованы при разработке и модернизации установок глубокой переработки тяжелых нефтяных остатков.

Ключевые слова: замедленное коксование, тяжелые нефтяные остатки, нефтепереработка, термический крекинг, нефтяной кокс, эффективность переработки.

<https://doi.org/10.48081/BTOUChemBio3.2026/52-62>

***B. M. Yamaltdinov¹, A. A. Bakibayev²**

¹«QazMunayHim» LLP,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar;

²Tomsk State University,
Russian Federation, Tomsk.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9227-6888>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3335-3166>

*e-mail: terokyam@gmail.com

CONSIDERATION OF METHODS OF REMOVAL OF SULFUR-CONTAINING COMPOUNDS AT OIL REFINERIES

The principal objective of hydrocarbon purification is to eliminate sulfur-containing compounds so that fuels comply with increasingly stringent environmental regulations and exhibit superior performance. For many years, industry has relied on regenerable alkanolamine solvents – most notably monoethanolamine (MEA) and diethanolamine (DEA) to remove hydrogen sulfide and related acidic gases. Although MEA remains popular thanks to its high capacity and modest purchase price, its pronounced corrosivity, thermal instability, and elevated energy demand during regeneration considerably raise operating costs.

To mitigate these limitations, processing facilities are progressively adopting methyldiethanolamine (MDEA). Compared with MEA, MDEA achieves equivalent or deeper desulfurization at lower reboiler temperatures, diminishes corrosion rates, and performs efficiently even when the gas stream contains substantial carbon dioxide. Consequently, operators benefit from reduced utility consumption, extended equipment life, and enhanced product quality.

Current research further indicates that «hybrid» solvent systems where MDEA is blended with kinetically active additives can accelerate absorption and shorten contact times, offering another pathway to process optimization. Collectively, these developments highlight a broader trend: selecting absorbents that balance economic viability, energy efficiency, and environmental stewardship is central to modern hydrocarbon purification.

The industry's shift toward MDEA therefore reflects not merely a solvent substitution but a strategic advance toward cleaner, more sustainable processing technologies.

Keywords: desulfurization, sulfur-containing compounds, methyldiethanolamine, monoethanolamine, hydrogen sulfide-containing gases.

Introduction

The company's primary objective is to reduce its environmental impact, including implementing an environmental management system and continuously improving product quality. High sulfur content in diesel fuel poses significant challenges, such as irreparable damage to car engines, increased wear on components, reduced oil service life, and the formation of sulfuric acids upon combustion, which accelerates metal corrosion [1].

Many domestic refineries produce diesel fuels with sulfur levels exceeding European standards, primarily due to the high cost and energy demands of desulfurization processes. A potential solution is the adoption of contact treatment technologies using sulfur absorbents, such as aqueous amine solutions. Common absorbents include diethanolamine (DEA), monoethanolamine (MEA), diglycolamine (DGA), methyldiethanolamine (MDEA), and diisopropanolamine (DIPA) [1, p. 226].

Currently, MEA solutions are widely used for removing carbon oxides and acidic impurities from gases. MEA provides high absorption capacity, especially at low CO₂ partial pressures, and enables fine gas purification. However, its use is associated with high heat consumption for solution regeneration, frequent side reactions, and equipment corrosion. MEA degradation contributes to increased corrosivity, accelerated equipment wear, and higher energy consumption due to deposits of degradation byproducts on heat exchange surfaces.

To mitigate these issues, global practices increasingly favor replacing MEA with methyldiethanolamine (MDEA), which offers improved efficiency and reduced operational challenges [2, p. 392; 3, p. 81–86].

Materials and methods

When considering the process of monoethanolamine (MEA) desulfurization, characterized by a large absorption capacity and the possibility of realizing deep purification, we can say, at low reagent flow rates. Figure 1 shows the process of gas purification with amine regeneration.

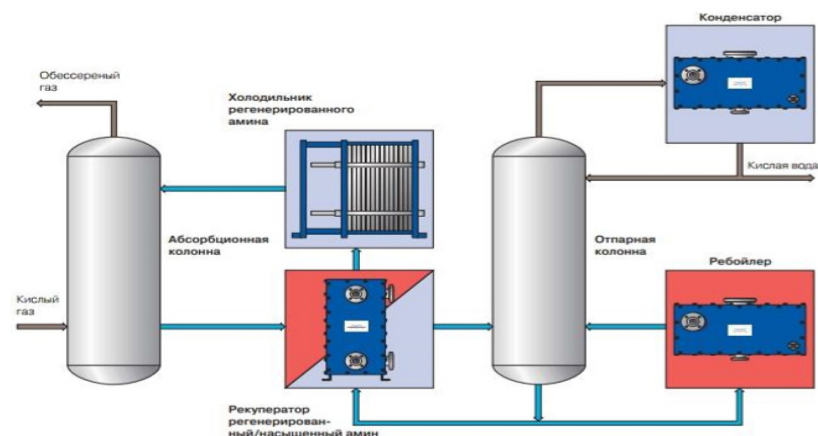


Figure 1 – Conventional gas purification process with amine regeneration [4]

This regeneration column (desorber) has in its purpose the need to evaporate hydrogen sulfide from saturated amine solution. The process of desorption, which takes place in conditions of directly reduced pressure (0,78–1,1 kg/cm² ev.), as well as increased temperature (118–124 °C).

Desorber has in its purpose the necessity of evaporation of hydrogen sulfide from saturated amine solution. Process of desorption which proceeds in conditions of directly reduced pressure (0,78–1,1 kg/cm² overp.), and also the increased temperature (118–124 °C). Namely there are those conditions which are opposite in relation to process of absorption of hydrogen sulfide which directly occurs in conditions of the increased pressure (35–75 kg/cm² overp.), and also temperature (40–60 °C). The desorber cube is heated (up to 118–124 °C) by means of a reboiler (heat exchanger, which is located near the bottom of the regeneration column). The heat carrier is steam. The flow rate is 4–4.5 t/hour, which is directly dependent on the type of amine and the flow rate of saturated solution into the desorber.

However, monoethanolamine (MEA) is the least scarce, but the cheapest compared to the other amines. A comparison of prices for absorbents is presented in Table 1.

Table 1 – Comparison of purchase prices of absorbents [4]

Absorbent	Purchase prices, tg/kg.
Monoethanolamine (MEA)	435–499
Methyldiethanolamine (MDEA)	568
Diethanolamine (DEA)	336–522

MEA ensures high purification quality and optimal plant performance. However, it has several significant drawbacks [5, p. 96–97]:

- High corrosivity;
- Low thermal stability;
- Tendency to form tar;
- Intense absorbent entrainment.

To evaluate the energy efficiency of switching from MEA to MDEA as an absorbent, measurements of energy parameters, including steam and electricity consumption, were conducted at amine gas purification plants. The results showed a reduction in electricity consumption by an average of 3300 kW/day. Additionally, steam usage for amine regeneration was reduced when switching to MDEA.

Given the high corrosive activity of MEA, alongside its propensity for side reactions with hydrogen sulfide, oxygen, and carbon dioxide, storage and handling of MEA solutions pose challenges. Studies indicate that ethanolamine solutions in their «pure» state, without dissolved acidic gases like H₂S or CO₂, exhibit low corrosive aggression [6, p. 185].

Results and discussion

In the process of physico-chemical absorption, the target component is removed from the gas mixture by dissolving into the absorbent without forming stable chemical compounds. An example of this process is the absorption of CO₂ using methanol, N-methylpyrrolidone, or glycol ethers. In some cases, chemical absorption is combined with the physical dissolution of the extracted component.

Aqueous amine solutions (as listed in Tables 2 and 3) are commonly used for CO₂ removal from gases. This process relies on the reaction between a weak base, such as monoethanolamine, and a weak acid, like CO₂, to form a water-soluble salt.

Table 2 – Properties of aqueous solutions of amines

Amines	Concentration		Tboil at 180 kPa, °C	Tfreez, °C	Viscosity at 0 °C	Vapor pressure at 40 °C, kPa
	kmol/m ³	%				
MEA	2,5	15	118	-5	1,0	7,4
DGA	6	63	124	-50	6,5	4,0
DEA	2	21	118	-5	1,3	7,4
DIPA	2	27	118	-5	1,06	7,4
MDEA	2	24	118	-6	1,06	7,4
TEA	2	30	118	-	-	-

When selecting an absorbent, factors such as volatility, selectivity, capacity for the absorbed component, and heat of dissolution are considered. Higher heat of dissolution enhances solubility, which improves purification efficiency and reduces absorbent consumption. Common industrial absorbents include propylene carbonate, glycerol triacetate, N-methylpyrrolidone, methanol, and others.

Table 3 – Physicochemical properties of amines

Amines	Name, chemical formula	Molecular mass	Density at 20 °C, kg/m ³	Tboil at atm. pressure, °C	Mass fraction of dissolved in water at 20 °C, %
MEA	Monoethanolamine [HOCH ₂ CH ₂ NH ₂]	61	1016	171	-
DGA	Diglycolamine (diethylene glycolamine) [HO(CH ₂) ₂ O(CH ₂) ₂ NH ₂]	105	1053	221	-
DIPA	Diisopropanolamine [(CH ₃ CH(OH)CH ₂) ₂ NH]	133	987 (45) *	248	87
DEA	Diethanolamine [(HOCH ₂ CH ₂) ₂ NH]	105	1090 (30) *	-	96,4
MDEA	Methyldiethanolamine [CH ₃ N(CH ₂ CH ₂ OH) ₂]	119	1040	247	-
TEA	Triethanolamine [(HOCH ₂ -CH ₂) ₃ N]	149	1124	360	-

Efficiency of methods of CO₂ extraction from gases is characterized in Table 4.

Table 4 – Efficiency of CO₂ extraction methods from gases

Cleaning method	Reagents, cleaning conditions	Regeneration conditions, by-products	Residual content of impurities
Ethanolamine	Aqueous 13–17 % solution MEA. Pressure up to 4 MPa. Temperature – 35–40 °C.	Pressure 0,15–0,2 MPa. Temperature 115–130 °C. Gas, containing CO ₂ .	CO ₂ – 1 % rev. to 5 ppmv

Methyldiethanolamine	Aqueous 40–50 % solution MDEA with activator. Pressure up to 12 MPa. Temperature 35–90 °C.	Pressure 0,05–0,24 MPa. Temperature 130 °C. Gas, containing CO ₂ .	CO ₂ up to 50 ppmv
----------------------	--	---	-------------------------------

The ethanolamine extraction method proves effective for low- and medium-pressure gas mixtures, providing a high level of CO₂ removal. In contrast, the methyldiethanolamine (MDEA) method is more suitable for high-pressure gas mixtures. However, during the CO₂ purification process using MEA, side reactions occur that lead to irreversible changes in the solution composition, a decrease in absorption capacity, and increased equipment corrosion [7, p. 488; 8, p. 95–97].

To address these issues, MEA is typically used in concentrations of 10–20 wt. %, limiting the CO₂ saturation to 0.30–0.35 mol CO₂/mol MEA [9, p. 293]. Additionally, MEA has the highest heat of reaction with CO₂ among amines, leading to significant regeneration costs, particularly when CO₂ levels in the gas are high.

In the last 10–15 years, MDEA has become widely used in amine purification plant designs [3, p. 8–10]. Methyldiethanolamine is more selective for hydrogen sulfide, more stable (does not react with CO₂), less corrosive, and has thus become a preferred choice in international operations.

The main characteristics of MDEA include:

- Appearance: Transparent liquid without mechanical impurities;
- Specific weight: 1.035–0.040;
- Purity: At least 99% methyldiethanolamine;
- Impurities: No more than 1.0 %, including water content not exceeding 0.2 %.

Table 5 – Basic properties of amines

Indicators	MEA	MDEA
Density at 20 °C	1,018	1,03
Boiling point, °C	170,3	231
Freezing point, °C	10,5	-2,1
Saturated vapor pressure at 20°C Pa	48	1,3
Heat of vaporization at 0.102 MPa, kJ/kg	1488	-
Heat of reaction, kJ/kg:		
with H ₂ S	1510	1050
with CO ₂	1920	1340

Specific heat capacity of the solution at 80 °C, kJ/(kgK)	4	1,71
Preferred amine content in the applied solution, %	10-20	30–50
Absorption capacity of the solution, m ³ /m ³	7,5–30	60
Solubility in water at 20 °C, % mass.	Complete	Complete

In terms of technology and characteristics, MDEA has a certain amount of advantages over MEA [10, p. 2]:

- the working concentration in solution is up to 45 %;
- degree of saturation – up to 0.9 mol/mol for equipment consisting of carbon steel;
- the lowest vapor pressure relative to the MEA;
- the reaction of MDEA with acidic components will be the least exothermic with respect to other amines;
- selectivity compared to hydrogen sulfide, which directly allows deep purification of the feed stream from H₂S in the presence of significant amounts of CO₂ with low capital and operating costs.

Thus, replacing MEA with MDEA will provide savings in material resources for gas treatment due to:

- Reduction of energy costs by up to 30 % due to:
 - a) reduction of the circulation flow rate of the working solution;
 - b) lower heat of desorption of MDEA;
 - c) reduction of equipment maintenance and repair costs due to low corrosivity of absorbents and absence of tar formation.

MDEA has been successfully tested for purifying natural gas from the Orenburg field, removing acidic impurities such as CO₂ and H₂S. Operational experience confirms that MDEA achieves the desired CO₂ removal, reduces corrosion, prevents deposits on heat-exchange surfaces, saves steam for regeneration, and decreases amine consumption during purification.

Analysis of MDEA's use in foreign plants highlights the importance of adhering to the manufacturer's recommendations for MDEA-based absorbents [11, p. 23–26]. Deviations from the recommended process, such as reducing the activator amount while increasing the saturation level or using an unsuitable activator, can lead to serious process issues. If the guidelines are followed, no problems have been identified [12].

Conclusion

Preliminary purification of sour gases in fuel production is a crucial process. The presence of sulfur and sulfur-containing compounds in fuels causes significant

harmful effects, which are evident not only during oil refining but also in the practical use of petroleum products.

Sulfur compounds in motor fuels negatively impact their performance. This paper reviews contemporary scientific papers and articles on the use and consumption of MEA and MDEA absorbents. The literature highlights the advantages of MDEA, which, due to its superior absorption properties, requires lower consumption compared to MEA.

REFERENCES

- 1 **Khalikova, D. A.** Comparison of key indicators of diesel fuels of foreign and domestic production / Khalikova D. A., Menshikova T. S. // Bulletin of Kazan Technological University. – 2012. – № 9. – Vol.15. – P. 226.
- 2 **Cole, A. L.** Gas purification / Cole, A.L., F.S. Riesenfeld. – Moscow : Subsoil, 1968. – 392 p.
- 3 **DuPart, M. S., Rooney, P. C., Becon, T. R.** Comparing laboratory and plant data for MDEA/TEA blends. // Hydrocarbon Processing : April, 1999. – P. 81–86.
- 4 Safe gas purification. Amine regeneration [Electronic resource] – URL: https://www.afh.ru/files/regeneraciya_amina.pdf (Access date: 07.02.2024)
- 5 **Korenchenko, O. V., Kharlamova, M. D.** Efficiency of methyldiethanolamine application in the process of amine purification of gases // Chemical science – 2017. – № 7. – P. 96–97.
- 6 **Kostenko, A., Bannikov, L., Nesterenko, S.** Study of corrosion activity of monoethanolamine solutions / Kostenko A. // Ukrainian State Scientific Research Coal Chemical Institute. [Electronic resource]. – URL: http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/13727/1/177_185-185/Volume_6_1.pdf (Access date: 06.02.2024).
- 7 Purification of process gases / Semyonova, T. A., Leites, I. L., Axelrod, Y. V. et al. – Moscow : Chemistry, 1977. – p. 488.
- 8 **Butina, N. M., Shirokova, G. S.** Efficient use of amine resources - the key to profitability of production // Gas industry. – 2006. – № 9. – P. 95–97.
- 9 **Bekirov, T. M.** Field and plant processing of natural and oil gases – Moscow : Subsoil, 1980. – p. 293.
- 10 Study of physicochemical properties of modified MDEA-absorbent for fine purification of synthesis gas from carbon dioxide in ammonia production / Leytes, I. L., Avetisov, A. K., Yazvikova, N. V. et al. // The chemical industry today. – 2003. – № 1. – P. 34–36.
- 11 **Pyatnichenko, A. I., Ivanov, Yu. V., Krushnevich, T. K.** Optimization of water-amines absorbent composition of biomethane extraction unit from biogas// Technical gases. – 2010. – № 3. – P. 23–26.

12 **Bekirov, T. M.** Technology of gas and condensate processing / Bekirov, T.M., Lanchakov, G.A. – Moscow : ООО «Nedra-Business Center», 1999. – 596 м.: ev.5

Received 06.03.24.

Received in revised form 26.06.25.

Accepted for publication 30.06.25.

*Б. М. Ямалтдинов¹, А. А. Бакибаев²

¹«QazMunayHim» ЖШС,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.;

²Томск мемлекеттік университеті,
Ресей Федерациясы, Томск қ.

06.03.24 ж. баспаға түсті.

26.06.25 ж. түзетулерімен түсті.

30.06.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

МҰНАЙ ӨНДЕУ ЗАУЫНДАРЫНДА ҚҰРАМЫНДА КҮКІРТТІ ҚОСЫЛЫСТАРДЫ ЖОЮ ӘДІСТЕРІН ҚАРАСТЫРУ

Көмірсутектерді тазартудың басты мақсаты – күкіртқұрамды қосылыстарды жою, соның нәтижесінде отын барған сайын қатаңдай түсетін экологиялық талаптарға сай болып, пайдалану сипаттамалары жақсарады. Сала ондаған жыл бойы күкіртсутек пен басқа да қышқыл газдарды кетіру үшін регенерацияланатын алканоламинді еріткіштерді, негізінен моноэтаноламинді (МЭА) және диэтаноламинді (ДЭА) қолданып келеді. МЭА жоғары сіңіру қабілеті мен салыстырмалы қолжетімді бағасы арқасында әлі де кең таралған, алайда оның айқын коррозиялық белсенділігі, термиялық тұрақсыздығы және регенерацияға жұмсалатын энергияның көптігі пайдалану шығындарын едәуір арттырады.

Бұл шектеулерді жою мақсатында өңдеу қондырғылары біртіндеп метилдиэтаноламинге (МДЭА) көшуде. МДЭА МЭА-мен салыстырғанда төменірек қайнау жылытқышы температураларында да күкірттен тең немесе одан да терең тазартуды қамтамасыз етеді, коррозияны баялатады және газ ағынында СО₂ мөлшері жоғары болса да тиімділігін сақтайды. Мұның нәтижесінде операторлар энергоресурстардың шығынын азайтып, жабдықтың қызмет мерзімін ұзартып, өнім сапасын арттыра алады.

Қазіргі зерттеулер көрсетіп отырғандай, МДЭА-ны кинетикалық белсенді қоспалармен араластырған «гибридті» еріткіш жүйелері сіңіруді жеделдетіп, контакт уақытын қысқартады, бұл процесті одан әрі оңтайландырудың қосымша тетігін ұсынады. Жалпы алғанда, экономикалық тиімділік, энергия үнемділік және экологиялық қауіпсіздікті теңгеретін абсорбенттерді таңдау қазіргі көмірсутек тазарту технологияларының өзекті бағытына айналып отыр. Саланың МДЭА-ға көшуі осылайша неғұрлым таза әрі орнықты өңдеу технологияларына бастайтын стратегиялық қадам болып саналады.

Кілтті сөздер: күкіртсіздендіру, құрамында күкірт бар қосылыстар, метилдиэтаноламин, моноэтаноламин, күкіртсутегі бар газдар.

*Б. М. Ямалтдинов¹, А. А. Бакибаев²

¹ТОО «QazMunayHim»,

Республика Казахстан, г. Павлодар;

²Томский государственный университет,

Российская Федерация, г. Томск.

Поступило в редакцию 06.03.24.

Поступило с исправлениями 26.06.25.

Принято в печать 30.06.25.

РАССМОТРЕНИЕ СПОСОБОВ УДАЛЕНИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДАХ

Главная задача очистки углеводородов – устранить соединения серы, чтобы топливо соответствовало всё более жёстким экологическим требованиям и обладало улучшенными эксплуатационными свойствами. На протяжении многих лет отрасль использует регенерируемые алканоламиновые абсорбенты, прежде всего моноэтаноламин (МЭА) и диэтаноламин (ДЭА) для удаления сероводорода и других кислых газов. Хотя МЭА остаётся популярным благодаря высокой сорбционной ёмкости и умеренной цене, его высокая коррозионная активность, термическая нестабильность и значительные энергозатраты на регенерацию существенно увеличивают эксплуатационные расходы.

Чтобы устранить эти недостатки, перерабатывающие предприятия всё активнее переходят на метилдиэтаноламин (МДЭА).

По сравнению с МЭА, МДЭА обеспечивает равную либо более глубокую десульфуризацию при низких температурах в ребойлере, снижает скорость коррозии и остаётся эффективным даже при высоких концентрациях CO₂ в газовом потоке. В результате операторы получают снижение потребления энергоресурсов, продление срока службы оборудования и улучшение качества продукта.

Нынешние исследования также показывают, что «гибридные» системы, в которых МДЭА смешивают с кинетически активными добавками, ускоряют абсорбцию и сокращают время контакта, предлагая дополнительный путь к оптимизации процесса. Упомянутые разработки отражают более широкую тенденцию: выбор абсорбентов, сочетающих экономичность, энергоэффективность и экологичность, становится ключевым для современной очистки углеводородов. Переход отрасли на МДЭА – стратегический шаг к более чистым и устойчивым технологиям переработки.

Ключевые слова: сероочистка, серосодержащие соединения, метилдиэтанолламин, моноэтанолламин, сероводородсодержащих газов.

СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЯ»

SRSTI 34.33.02

<https://doi.org/10.48081/BTOUChemBio3.2026/63-74>***A. V. Osipova**

Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3947-5252>

*e-mail: aanastasiyaaa@internet.ru

OBSERVATIONS OF BIRD SPECIES IN NORTHEASTERN KAZAKHSTAN (PAVLODAR IRTYSH REGION)

*This study describes records of 52 bird species from the territory of Pavlodar Region (northeastern Kazakhstan), including 10 species listed in the Red Data Book. Particularly noteworthy are observations of rare species such as the Sociable Lapwing (*Vanellus gregarius*), Relict Gull (*Ichthyaeetus relictus*), Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*), Eurasian Oystercatcher (*Haematopus ostralegus*), Whooper Swan (*Cygnus cygnus*), Pallas's Sandgrouse (*Syrhaptes paradoxus*), and Demoiselle Crane (*Anthropoides virgo*). The first record of the Asian Dowitcher (*Limnodromus semipalmatus*) for the studied area was documented. The obtained data update current knowledge on the biodiversity and avifauna of the region. The highest species diversity and concentration of rare birds were recorded in the Akkuly District, where a complex of natural steppe and wetland habitats has been preserved with relatively low intensity of agricultural development. At the same time, steppe areas with pastures and livestock shelters remain important habitats for several species, particularly for the Sociable Lapwing (*Vanellus gregarius*). The conservation of regional biodiversity requires a combination of different land-use practices, maintenance of traditional extensive grazing systems, protection of natural wetlands, and consideration of potential climate change impacts that may lead to habitat transformation. The collected materials contribute to current knowledge of the distribution of rare bird species in northeastern Kazakhstan and may be used in the development of regional conservation measures, the updating of data on Key Biodiversity*

*Areas (KBAs) and Important Bird and Biodiversity Areas (IBAs), and the planning of long-term ornithological monitoring.**Keywords: avifauna, birds, biodiversity, Sociable lapwing, Pavlodar Irtysh Region.***Introduction**

Northeastern Kazakhstan, including the Pavlodar Irtysh region, is characterized by high biodiversity and a diverse mosaic of natural ecosystems. Owing to the combination of the Irtysh River floodplain forests, steppe ecosystems, saline and freshwater lakes, and its location along major migratory flyways, the region serves as an important breeding, stopover, and moulting area for numerous waterbirds, wetland-associated, and steppe bird species. Both widespread species and species listed in the Red Data Book of the Republic of Kazakhstan and the International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List occur in the region.

Despite the significant contribution of Kazakh ornithologists to the study of the avifauna of the Pavlodar Region [1; 2; 3; 4], up-to-date information on the species composition and distribution of birds in the Pavlodar Irtysh region remains limited. Most published studies are based on individual expeditions or long-term compilations of observations, whereas records of contemporary bird occurrences at specific wetlands and steppe habitats continue to accumulate. Climate change, habitat transformation, alterations in the hydrological regime of lakes, agricultural expansion, and increasing anthropogenic pressure may substantially affect the spatial distribution and abundance of birds, highlighting the need for continuous ornithological monitoring throughout the region.

Rare and threatened species, whose distribution remains insufficiently studied, represent a particular conservation priority in the region. Documenting new occurrence records, refining information on the seasonal presence of birds, and describing the habitats they utilize are essential for assessing the status of regional populations, identifying Key Biodiversity Areas (KBAs), and developing effective conservation measures.

The aim of the present study was to update information on the distribution of birds in the Pavlodar Irtysh region based on data collected during the current field season.

Materials and methods

Field surveys were conducted in the Pavlodar Irtysh region (northeastern Kazakhstan) between 23 May and 17 July 2026. The total duration of fieldwork was 15 survey days. During the study, approximately 900 km of territory were surveyed, covering the area from the village of Moiseyevka to the village of Shcherbakty (Figure 1).

Birds were surveyed using the line transect method. Survey routes followed unpaved rural roads. Observations were carried out during the morning hours, from 05:00 to 14:00. All bird species detected along the routes were recorded regardless of their distance from the observer. For each observation, the date, geographic coordinates, and number of individuals were documented. Particular attention was paid to rare, protected, and potentially breeding species.

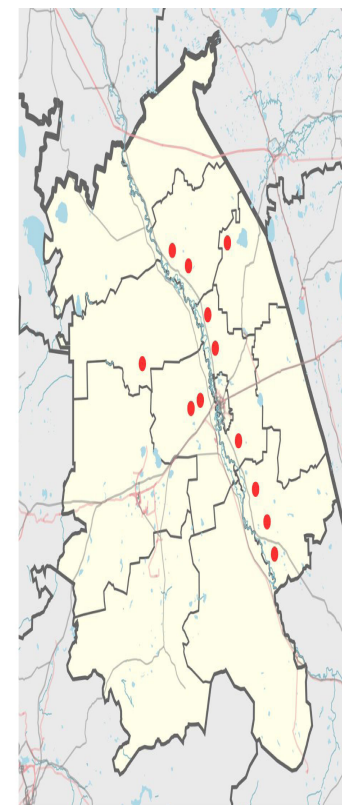


Figure 1 – Study area

Species identification was conducted visually using 10×42 binoculars and a 20–60×80 spotting scope. Whenever possible, birds were photographed to verify species identification. Geographic coordinates of observation sites were recorded using a GPS navigator.

Surveys covered a wide range of habitat types, including open steppe, agricultural land, wetlands, freshwater lakes, and saline lakes.

Species nomenclature and taxonomy follow the current international classification of the IOC World Bird List. For rare species, conservation status was additionally assessed according to the Red Data Book of the Republic of Kazakhstan [5] and the IUCN Red List of Threatened Species [6].

Results and discussion

The following records were obtained during the 2026 field season.

A flock of eight Sociable Lapwings (*Vanellus gregarius*; IUCN: CR; Red Data Book of Kazakhstan, Category I) was recorded near a livestock camp (fold) close to the village of Karatogay on 26 May 2026 (52.09652, 77.30745). A solitary male was observed near another livestock camp nearby (52.05246, 77.40619). The species has previously been reported from the Pavlodar Region [7].

A Relict Gull (*Ichthyaelus relictus*; IUCN: VU; Red Data Book of Kazakhstan, Category I) was recorded during the breeding season at Lake Aksor (Akkuly District) within a colony of Pallas's Gull (*Ichthyaelus ichthyaelus*; Red Data Book of Kazakhstan, Category II) and other gull species (51.4488508, 77.8782573). This locality has previously been identified as an important breeding site for the species [8; 9].

A single Eurasian Oystercatcher (*Haematopus ostralegus*; IUCN: NT) was recorded near a lake close to the village of Dzhambul. The same locality also supported Ruff (*Calidris pugnax*), Glossy Ibis (*Plegadis falcinellus*; Red Data Book of Kazakhstan, Category II), Eurasian Coot (*Fulica atra*), and a pair of Whooper Swans (*Cygnus cygnus*; Red Data Book of Kazakhstan, Category II) with cygnets (51.643589, 77.654404). Whooper Swans were also recorded on several lakes near the villages of Tlektes and Akkuly, including a breeding pair at Lake Tlektes on 21 June 2026 (51.819306, 77.498613) and pairs with broods on lakes near Dzhambul (51.548943, 77.870857).

Two Asian Dowitchers (*Limnodromus semipalmatus*; IUCN: NT; Red Data Book of Kazakhstan, Category IV) were observed on 23 May 2026 at a lake near the village of Kenzhekol (52.226421, 77.245010). This represents the first documented record of the species in the Pavlodar Region. Nearby, three Great Egrets (*Ardea alba*) were recorded at a reservoir adjacent to an industrial facility (52.254830, 77.173261).

The Northern Lapwing (*Vanellus vanellus*) was widespread throughout the study area, occurring mainly near freshwater wetlands. Its abundance was highest in the southeastern part of the region, particularly around steppe lakes between the villages of Birlik and Akkuly.

The Black-winged Pratincole (*Glareola nordmanni*) was also widespread. Large flocks were commonly observed near wetlands and in adjacent steppe habitats, usually together with Northern Lapwings.

The Black-headed Gull (*Chroicocephalus ridibundus*), Baraba Gull (*Larus fuscus* ssp. *barabensis*), Common Tern (*Sterna hirundo*), Black-winged Stilt (*Himantopus himantopus*), and Pied Avocet (*Recurvirostra avosetta*) were common throughout both the northern and southern parts of the Pavlodar Region.

Flocks of Eurasian Curlew (*Numenius arquata*) were frequently recorded near lakes and hayfields in the steppe zone between the villages of Zarya and Akkuly. The largest flocks (10–15 individuals) were observed on hayfields near the village of Demyanovka and around lakes near Yamyshevo (52.157623, 77.396200).

A Common Redshank (*Tringa totanus*) was recorded at Lake Yamyshevo (51.8717777, 77.4993801).

A family group of Demoiselle Crane (*Grus virgo*; Red Data Book of Kazakhstan, Category V), consisting of two adults and one chick, was observed near the village of Zarya on 26 May 2026 (52.129075, 77.176957). Additional pairs were recorded near lakes close to Dzhambul and Akkuly on 8 July 2026 (51.519907, 77.786391; 51.564000, 77.870505), while six individuals were observed near another lake on 16 July 2026 (51.543507, 77.886985). At the same lake (51.564000, 77.870505), Red-necked Phalarope (*Phalaropus lobatus*), Wood Sandpiper (*Tringa glareola*), Common Greenshank (*Tringa nebularia*), Terek Sandpiper (*Xenus cinereus*), and Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*; IUCN: EN; Red Data Book of Kazakhstan, Category V) were also recorded. Six additional Steppe Eagles were observed near another lake close to Akkuly (51.555103, 77.760092), while two individuals were recorded on hayfields near the village of Shcherbakty (51.312999, 78.168213).

At the Shcherbakty lake system, flocks of Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) numbering 6–8 individuals and breeding pairs of Mute Swan (*Cygnus olor*) with cygnets were recorded (51.336929, 78.225684).

Lakes with extensive reed beds supported Common Shelduck (*Tadorna tadorna*), Great Crested Grebe (*Podiceps cristatus*), Black-necked Grebe (*Podiceps nigricollis*), Mallard (*Anas platyrhynchos*), and Common Pochard (*Aythya ferina*).

A single Pallas's Sandgrouse (*Syrhaptes paradoxus*; Red Data Book of Kazakhstan, Category IV) was recorded in the Akkuly District within tall grass (51.6542971, 78.0350907).

Mixed flocks of Eurasian Skylark (*Alauda arvensis*), White-winged Lark (*Alauda leucoptera*), and Northern Wheatear (*Oenanthe oenanthe*) were common throughout the steppe. White-winged Larks were especially abundant near the villages of Dzhambul and Akkuly. A single Isabelline Wheatear (*Oenanthe isabellina*) was also recorded.

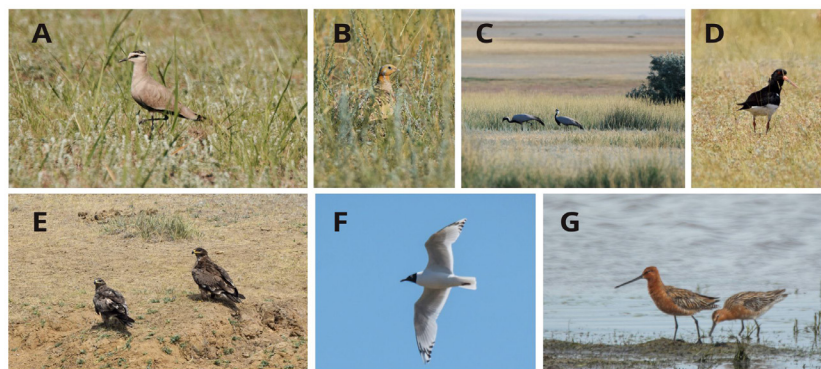
Flocks of European Bee-eater (***Merops apiaster***) were mainly observed in the northern part of the region near the villages of Beregovoe, Lugovoe, and Peschanoye. The same area also supported Sand Martin (*Riparia riparia*) and Barn Swallow (*Hirundo rustica*).

Numerous raptors were recorded in the Terenkol and Zhelezinka districts, including Western Marsh Harrier (*Circus aeruginosus*), Hen Harrier (*Circus cyaneus*), Common Kestrel (*Falco tinnunculus*), Black Kite (*Milvus migrans*), and Long-legged Buzzard (*Buteo rufinus*) (52.241727, 77.244368). Upland Buzzard (*Buteo hemilasius*) was observed near the villages of Rebrovka (52.392133, 76.568586) and Akkuly (51.619981, 77.773734). A female Red-footed Falcon (*Falco vespertinus*) was recorded within the village of Mergalym (51.779915, 78.656675).

A single Eurasian Collared Dove (*Streptopelia decaocto*) was recorded on the road towards the village of Mikhailovka (53.689148, 76.393701).

Large flocks of Rook (*Corvus frugilegus*), Eurasian Magpie (*Pica pica*), and Hooded Crow (*Corvus cornix*) were common around croplands and livestock camps in the northern part of the study area, with Rooks being particularly abundant. Numerous Rooks were also observed around livestock camps between the villages of Kenzhekol and Baidala, although in lower numbers than in the northern districts. Small flocks of Rock Dove (*Columba livia*) were occasionally recorded near livestock farms close to urban areas. Synanthropic bird species were scarce throughout the Akkuly District.

The Red Data Book species recorded during the study are presented in Picture 2.



Picture 2 – Photographs of Red Data Book species

(a – *Vanellus gregarious*, b – *Syrhaptes paradoxus*, c – *Grus virgo*, d – *Haematopus ostralegus*, e – *Aquila nipalensis*, f – *Ichthyaelus relictus*, g – *Limnodromus semipalmatus*)

The highest bird species diversity was recorded in the Akkuly District, where agricultural land conversion is relatively limited. The area is predominantly used for livestock grazing, while crop cultivation remains minimal. As a result, extensive steppe habitats and numerous natural wetlands have been preserved, providing suitable breeding and foraging habitats for many bird species.

Maintaining regional biodiversity therefore requires a combination of different land-use practices, the identification of land-use types and anthropogenic landscapes that are important for biodiversity conservation, and the development of effective mechanisms to support them [10]. In addition, climate change is already affecting bird populations and is expected to intensify competition between migratory and resident species in the future [11].

Financing information

This research was funded by The Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund and Fonseca Leadership Program, the Scientific Program «Identification and Assessment of Key Habitats of the Sociable Lapwing (*Vanellus gregarious*) in Northeastern Kazakhstan» (№ 260539879).

Conclusion

Field surveys conducted in the Pavlodar Irtysh region demonstrated the high conservation value of its wetland and steppe ecosystems. Records of several threatened species were obtained, including the Sociable Lapwing, Relict Gull, Steppe Eagle, Eurasian Oystercatcher, Whooper Swan, Pallas's Sandgrouse, and Demoiselle Crane. Notably, the Asian Dowitcher was recorded in the Pavlodar Region for the first time.

The study updates current knowledge of the regional avifauna and provides new information on the distribution of bird species in northeastern Kazakhstan. Of particular importance was the discovery of a breeding colony of the Sociable Lapwing near the village of Karatogay, indicating that suitable breeding habitat for this globally threatened species persists in the region despite its continuing population decline [12].

The surveys showed that the Akkuly District supports the greatest species richness and the highest concentration of rare bird species, owing to the preservation of natural steppe and wetland habitats under relatively low levels of agricultural intensification. At the same time, steppe pastures and areas surrounding livestock camps remain important habitats for several species, particularly the Sociable Lapwing.

These findings emphasize that effective biodiversity conservation in the region depends on maintaining a mosaic of land-use types, supporting traditional extensive livestock grazing, protecting natural wetlands, and considering the potential impacts of climate change, which may alter habitat availability and quality.

The data presented here contribute to current knowledge of the distribution of rare bird species in northeastern Kazakhstan and can be used to support regional conservation planning, update information on IBAs/KBAs, and guide long-term ornithological monitoring.

REFERENCES

- 1 Соломатин, А. О., Шаймарданов, Ж. К. Птицы Павлодарского Прииртышья: полевой определитель-справочник. – Павлодар : ПГПИ, 2005. – 251 с. – ISBN 9965-775-75-1.
- 2 Frolov, I., Berdikulov, Recent avifaunistic analysis in the floodplains of the Kara Yertis (Black Irtysh) and Yertis River in the Pavlodar region // Experimental Biology. – 2024. – Vol. 98, No. 1. – P. 112–126. – <https://doi.org/10.26577/eb.2024.v98.i1.010>.
- 3 Чаликова, Е. С. Пролётные, зимующие и залётные птицы Семипалатинского и Павлодарского Прииртышья (130 лет наблюдений) // Русский орнитологический журнал. – 2025. – Т. 34, № 2512. – С. 1237–1259.
- 4 Ковшарь, А. Ф., Хроков, В. В. К фауне птиц Павлодарского Заиртышья // Selevinia. – 2009.
- 5 The Red Data Book of the Republic of Kazakhstan. 4th edition, revised and updated. Volume I.: Animals; Part 1: Vertebrates. (authors' collective) – Almaty : «DPS», 2010. – 324 p. ISBN 9965-32-738-6
- 6 IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2026–1. – 2026. [Electronic resource]. – Available at: <https://www.iucnredlist.org> (Accessed: 08.06.2026).
- 7 Хроков, В. В., Букетов, М. Е., Фаустов, Л. В. Некоторые орнитологические наблюдения в Казахстане в 2005 и 2006 годах // Русский орнитологический журнал. – 2007. – № 340
- 8 Бойко, Г. В. Находка гнездовой колонии реликтовой чайки в Павлодарской области // Русский орнитологический журнал. – 2006.
- 9 Чикин, С. А., Убаскин, А. В., Минаков, А. Г. О гнездовании реликтовой чайки (*Larus relictus*) на озере Аксор (Павлодарская область) // Русский орнитологический журнал. – 2017.
- 10 Wright, H., Lake, I., Dolman, P., M. Agriculture—a Key Element for Conservation in the Developing World // Conservation Letters. – 2012. – Vol. 5. – P. 11–19. – <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2011.00208.x>.
- 11 Kirby, J. S., Stattersfield, A. J., Butchart, S. H. M., et al. Key Conservation Issues for Migratory Land- and Waterbird Species on the World's

Major Flyways // Bird Conservation International. – 2008. – Vol. 18. – Suppl. 1. – P. S49–S73. – <https://doi.org/10.1017/S0959270908000439>.

12 Bhagwat, T., Urazaliyev, R., Nill, L., et al. Habitat Suitability for Sociable Lapwing (*Vanellus gregarius*) Increases Across Its Global Range, but Populations Continue to Decline // Journal of Ornithology. – 2026. – <https://doi.org/10.1007/s10336-025-02357-2>.

REFERENCES

- 1 Solomatin, A. O., Shaimardanov, Zh. K. Ptitsy Pavlodarskogo Priirtysh'ya: polevoi opredelitel'-spravochnik [Birds of the Pavlodar Irtysh Region: Field Identification Guide]. – Pavlodar : PGPI, 2005. – P. 251 – ISBN 9965-775-75-1.
- 2 Frolov, I., Berdikulov, Recent avifaunistic analysis in the floodplains of the Kara Yertis (Black Irtysh) and Yertis River in the Pavlodar region // Experimental Biology. – 2024. – Vol. 98, No. 1. – P. 112–126. – <https://doi.org/10.26577/eb.2024.v98.i1.010>.
- 3 Chalikova, E. S. Prolyotnye, zimuyushchie i zalyotnye ptitsy Semipalatinskogo i Pavlodarskogo Priirtysh'ya (130 let nablyudenii) [Migratory, Wintering and Vagrant Birds of the Semipalatinsk and Pavlodar Irtysh Region (130 Years of Observations)] // The Russian Journal of Ornithology. – 2025. – Vol. 34, No. 2512. – P. 1237–1259
- 4 Kovshar, A. F., Khrokov, V. V. K faune ptits Pavlodarskogo Zairtysh'ya [On the Bird Fauna of the Pavlodar Trans-Irtysh Region] // Selevinia. – 2009.
- 5 The Red Data Book of the Republic of Kazakhstan. 4th edition, revised and updated. Volume I.: Animals; Part 1: Vertebrates. (authors' collective) – Almaty : «DPS», 2010. – 324 pp. ISBN 9965-32-738-6
- 6 IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2026–1. – 2026. [Electronic resource]. – Available at: <https://www.iucnredlist.org> (Accessed: 08.06.2026).
- 7 Khrokov, V. V., Buketov, M. E., Faustov, L. V. Nekotorye ornitologicheskie nablyudeniya v Kazakhstane v 2005 i 2006 godakh [Some Ornithological Observations in Kazakhstan in 2005 and 2006] // The Russian Journal of Ornithology. – 2007. – No. 340.
- 8 Boiko, G. V. Nakhodka gnezdovoi kolonii reliktovoi chaiki v Pavlodarskoi oblasti [Discovery of a Breeding Colony of the Relict Gull in Pavlodar Region] // The Russian Journal of Ornithology. – 2006.
- 9 Chikin, S. A., Ubas'kin, A. V., Minakov, A. G. O gnezdovanii reliktovoi chaiki (*Larus relictus*) na ozere Aksor (Pavlodarskaya oblast') [On the Breeding of

the Relict Gull (*Larus relictus*) at Lake Aksor (Pavlodar Region)] // The Russian Journal of Ornithology. – 2017.

10 Wright, H. L., Lake, I. R., Dolman, P. M. Agriculture – a Key Element for Conservation in the Developing World // Conservation Letters. – 2012. – Vol. 5. – P. 11–19. – <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2011.00208.x>.

11 Kirby, J. S., Stattersfield, A. J., Butchart, S. H. M., et al. Key Conservation Issues for Migratory Land- and Waterbird Species on the World's Major Flyways // Bird Conservation International. – 2008. – Vol. 18. – Suppl. 1. – P. S49–S73. – <https://doi.org/10.1017/S0959270908000439>.

12 Bhagwat, T., Urazaliyev, R., Nill, L., et al. Habitat Suitability for Sociable Lapwing (*Vanellus gregarius*) Increases Across Its Global Range, but Populations Continue to Decline // Journal of Ornithology. – 2026. – <https://doi.org/10.1007/s10336-025-02357-2>.

Received 24.07.26.

Received in revised form 31.08.26.

Accepted for publication 15.09.26.

*А. В. Осипова

Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

24.07.26 ж. баспаға түсті.

31.08.26 ж. түзетулерімен түсті.

15.09.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДАҒЫ ҚҰС ТҮРЛЕРІНІҢ КЕЗДЕСУЛЕРІ (ЕРТІСТІҢ ПАВЛОДАР ӨңІРІ)

Жұмыста Павлодар облысының аумағында (Қазақстанның солтүстік-шығысы) кездескен 52 құс түрі сипатталады, олардың ішінде 10 түрі Қазақстан Республикасының Қызыл кітабына енгізілген. Әсіресе сирек кездесетін тарғақ (*Vanellus gregarius*), алакөз (*Ichthyaetus relictus*), дала қыраны (*Aquila nipalensis*), сауысқан балшықшы (*Haematopus ostralegus*), сұңқылдақ аққу (*Cygnus cygnus*), қылқұйрық бұлдырық (*Syrharpes paradoxus*) және ақбас тырна (*Anthropoides virgo*) сияқты құстардың кездесулері ерекше назар аударады. Зерттелген аумақта азиялық қызғыш веретенниктің (*Limnodromus semipalmatus*) алғаш рет кездесуі тіркелді. Алынған мәліметтер аймақтың биоалуантүрлілігі мен орнитофаунасы

туралы заманауи ақпаратты толықтырады. Сирек кездесетін құстардың ең жоғары түрлік алуантүрлілігі мен шоғырлануы Аққулы ауданында анықталды, мұнда ауыл шаруашылығының салыстырмалы түрде төмен қарқындылығымен сипатталатын табиғи дала және сулы-батпақты мекендеу орындарының кешені сақталған. Сонымен қатар жайылымдар мен қоралар орналасқан дала учаскелері бірқатар құс түрлері үшін, әсіресе тарғақ (*Vanellus gregarius*) үшін маңызды мекен ету ортасы болып қала береді. Аймақтың биоалуантүрлілігін сақтау үшін жер пайдаланудың әртүрлі нысандарын үйлестіру, дәстүрлі экстенсивті мал жаю жүйесін қолдау, табиғи сулы-батпақты алқаптарды қорғау және мекендеу орындарының өзгеруіне әкелуі мүмкін климаттық өзгерістердің ықтимал әсерін ескеру қажет. Жиналған материалдар Қазақстанның солтүстік-шығысындағы сирек кездесетін құс түрлерінің таралуы туралы заманауи мәліметтерді толықтырады және өңірлік табиғатты қорғау шараларын әзірлеу, биоалуантүрліліктің негізгі аумақтары (КВА) мен құстар үшін маңызды аумақтар (ИВА) туралы деректерді жаңарту, сондай-ақ ұзақ мерзімді орнитологиялық мониторингті жоспарлау барысында пайдаланылуы мүмкін.

Кілтті сөздер: орнитофауна, құстар, биоалуантүрлілік, тарғақ, Ертістің Павлодар өңірі.

*А. В. Осипова

Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Поступило в редакцию 24.07.26.

Поступило с исправлениями 31.08.26.

Принято в печать 15.09.26.

ВСТРЕЧИ ПТИЦ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА (ПАВЛОДАРСКОЕ ПРИИРТЫШЬЕ)

В работе описываются встречи 52 видов птиц на территории Павлодарской области (северо-восток Казахстана), в том числе 10 краснокнижных видов. Особенно примечательны встречи таких редких птиц, как кречётка (*Vanellus gregarius*), реликтовая чайка (*Ichthyaetus relictus*), степной орёл (*Aquila nipalensis*), кулик-сорока (*Haematopus ostralegus*), лебедь-кликун (*Cygnus cygnus*), сажка (*Syrharpes paradoxus*) и журавль-красавка

(*Anthropoides virgo*). Зафиксирована первая встреча на исследованной территории азиатского бекасовидного веретенника (*Limnodromus semipalmatus*). Полученные данные актуализируют сведения о биоразнообразии и орнитофауне региона. Наибольшее видовое разнообразие и концентрация редких птиц отмечены в Аккулинском районе, где сохранился комплекс естественных степных и водно-болотных местообитаний с относительно низкой интенсивностью сельскохозяйственного освоения. В то же время степные участки с пастбищами и кошаками остаются важными местообитаниями для ряда видов, прежде всего для кречётки (*Vanellus gregarius*). Сохранение биоразнообразия региона возможно только при сочетании различных форм землепользования, поддержании традиционного экстенсивного выпаса, охране естественных водно-болотных угодий и учёте потенциального влияния климатических изменений, способных привести к трансформации местообитаний. Полученные материалы дополняют современные сведения о распространении редких видов птиц северо-восточного Казахстана и могут быть использованы при разработке региональных природоохранных мероприятий, актуализации данных о ключевых территориях биоразнообразия (КВА) и ключевых орнитологических территориях (ИВА) и планировании долгосрочного орнитологического мониторинга.

Ключевые слова: орнитофауна, птицы, биоразнообразие, кречетка, Павлодарское Прииртышье.

МРНТИ 87.19.15

<https://doi.org/10.48081/BTOUChemBio3.2026/75-89>***3. М. Сергазинова¹, В. С. Лапшин²**^{1,2}Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3437-8717>²ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6676-1705>*e-mail: wwwszm@mail.ru

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДОЁМА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПАВЛОДАРСКОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА

В статье представлены результаты исследования гидрохимического состояния водоема, расположенного вблизи Павлодарского алюминиевого завода, с целью оценки степени техногенного воздействия алюминиевого производства на водную среду. Актуальность исследования обусловлена высокой концентрацией предприятий алюминиевой промышленности в Павлодарском регионе и потенциальной экологической опасностью промышленных выбросов и сточных вод для природных экосистем. Отбор проб воды проводился в летний период 2025 года. В ходе лабораторных исследований были определены основные физико-химические показатели воды: общая жесткость, сухой остаток, содержание сульфатов, хлоридов, железа, азота нитритного и уровень перманганатной окисляемости. Полученные результаты сопоставлены с действующими санитарными нормативами Республики Казахстан и данными зарубежных исследований, посвященных влиянию алюминиевого производства на окружающую среду. Установлено превышение предельно допустимых концентраций по сухому остатку, железу и перманганатной окисляемости, что свидетельствует о формировании устойчивой антропогенной нагрузки на исследуемый водоем. Выявленные изменения гидрохимических показателей указывают на процессы минерализации водной среды и нарушение механизмов естественного самоочищения водоема. Полученные данные подтверждают необходимость усиления экологического мониторинга, проведения

многолетних исследований и разработки мероприятий по экологической реабилитации техногенно трансформированных водных объектов Павлодарского региона.

Ключевые слова: алюминиевое производство, водоём, загрязнение, Павлодар, анализ воды, техногенное воздействие.

Введение

Алюминиевое производство является одним из наиболее ресурсоёмких и экологически чувствительных видов металлургической деятельности [1]. В процессе переработки бокситов и электролиза алюминия образуются сточные воды, содержащие соединения алюминия, фтора, щёлочи, а также повышенные концентрации железа и других примесей [2; 3]. При отсутствии надлежащей очистки такие стоки попадают в близлежащие водоёмы, вызывая трансформацию химического состава воды, рост её минерализации и сдвиг pH среды в щелочную сторону [4; 5; 6; 7].

Важным фактором деградации гидросистем в районах размещения металлургических гигантов является накопление специфических отходов, таких как бокситовый шлам. В мировой практике отмечено, что фильтрация щелочных компонентов из шламохранилищ способствует долгосрочному изменению химического состава природных вод, повышая их минерализацию и токсикологическую значимость для водных организмов. Учитывая, что алюминий и его соединения при длительном воздействии способны оказывать выраженное негативное влияние на биоту, оценка текущего состояния водоёмов вблизи промышленных площадок Павлодара приобретает критическое значение для обеспечения экологической безопасности региона [2; 6; 8].

Исследования Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) показывают, что даже низкие концентрации алюминия и его соединений при длительном воздействии способны вызывать токсическое влияние на водную биоту [8; 9]. В Казахстане Павлодарская область является центром алюминиевой промышленности, и вопрос влияния предприятий на состояние поверхностных вод остаётся крайне актуальным [7; 10].

Целью данного исследования является оценка гидрохимического состояния водоёма, расположенного вблизи Павлодарского алюминиевого завода, на основании лабораторных данных и сопоставления полученных показателей с санитарными нормативами Республики Казахстан [11] и межгосударственным стандартом [12].

Материалы и методы

Отбор проб воды был проведён в июле 2025 года в поверхностном водоёме, расположенном на расстоянии около 2 км к югу от Павлодарского

алюминиевого завода (г. Павлодар). Исследуемый водоём относится к категории техногенно трансформированных водных объектов, испытывающих потенциальное влияние промышленной деятельности (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема расположения точки отбора проб воды вблизи Павлодарского алюминиевого завода

Отбор проб воды и последующие химико-аналитические исследования были выполнены на базе аккредитованной испытательной лаборатории Павлодарского филиала РГП на ПХВ «Национальный центр экспертизы» Комитета санитарно-эпидемиологического контроля Министерства здравоохранения РК. В лабораторных условиях проводилось определение следующих показателей: pH, общая жёсткость, сухой остаток, железо общее, хлориды, сульфаты, перманганатная окисляемость, аммиак, нитраты и нитриты. Методы анализа соответствовали санитарным нормативам Республики Казахстан [11] и межгосударственным стандартом [12; 13].

Интерпретация результатов проводилась путём сопоставления с предельно допустимыми концентрациями, а также с данными зарубежных исследований по влиянию алюминиевой промышленности на водную

среду [2; 4; 5; 6]. Кроме того, интерпретация данных была направлена на выявление признаков техногенного воздействия алюминиевого производства на водную среду, выражающихся в изменении минерализации, окисляемости и содержания растворённых металлов.

Результаты и обсуждение

Результаты гидрохимического анализа воды, отобранной из водоёма, расположенного вблизи Павлодарского алюминиевого завода, свидетельствуют о наличии устойчивых признаков техногенного воздействия алюминиевого производства на водную среду. Наиболее информативными индикаторами антропогенной нагрузки выступают показатели общей минерализации, содержания растворённого железа и перманганатной окисляемости, превышающие установленные нормативы (таблица 1).

Таблица 1 – Физико-химические показатели воды водоёма, расположенного вблизи Павлодарского алюминиевого завода

Показатель	Фактическое значение	Норматив (ПДК)	Соответствие нормативам ПДК
Общая жёсткость, ммоль/дм ³	9,1	7,0	превышает ПДК
Сухой остаток, мг/дм ³	1468,1	1000	превышает ПДК
Сульфаты, мг/дм ³	178,6	500	соответствует нормативу
Железо (Fe), мг/дм ³	0,9	0,3	превышает ПДК
Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /дм ³	20,1	≤5	превышает ПДК
Хлориды, мг/дм ³	310	350	соответствует нормативу
Азот нитритный, мг/дм ³	0,4	3,3	соответствует нормативу

Значение сухого остатка (1468,1 мг/дм³) превышает предельно допустимый уровень (1000 мг/дм³), что указывает на повышенную минерализацию воды. Подобное увеличение концентрации растворённых солей характерно для водных объектов, испытывающих влияние промышленных сточных вод и поверхностного стока с территории промышленных площадок. Для алюминиевого производства данный эффект может быть связан с поступлением сульфатных, гидрокарбонатных

и натриевых соединений, образующихся в процессе переработки бокситов и эксплуатации хвостохранилищ.

Содержание общего железа в воде (0,9 мг/дм³) превышает санитарный норматив более чем в три раза. Повышенные концентрации железа могут быть обусловлены как техногенными источниками (коррозия металлических конструкций, промышленные выбросы и фильтрация сточных вод), так и вторичными процессами мобилизации железа из донных отложений в условиях повышенной щёлочности и минерализации. Известно, что при изменении окислительно-восстановительных условий железо активно переходит в растворимую форму, что повышает его биодоступность и токсикологическую значимость для гидробионтов.

Особого внимания заслуживает высокий уровень перманганатной окисляемости (20,1 мгО₂/дм³ при нормативе ≤5 мгО₂/дм³), свидетельствующий о значительном содержании легкоокисляемых органических и неорганических веществ. Данный показатель отражает суммарную антропогенную нагрузку и может указывать на поступление в водоём органических соединений промышленного происхождения, а также продуктов разложения растительных остатков, активизированных за счёт эвтрофикации. В условиях техногенно трансформированных водоёмов рост окисляемости часто рассматривается как ранний индикатор деградации водной экосистемы.

Подобная динамика накопления растворённых веществ и металлов в техногенно трансформированных объектах согласуется с данными зарубежных исследований, указывающих на формирование устойчивых антропогенных аномалий вблизи алюминиевых производств. Выявленный высокий уровень окисляемости в совокупности с избытком железа свидетельствует о нарушении процессов самоочищения водоёма. В условиях ограниченного водообмена и засушливого климата региона это приводит к прогрессирующей минерализации и росту жёсткости воды.

В то же время концентрации сульфатов, хлоридов и азота нитритного не превышают нормативных значений, что позволяет охарактеризовать загрязнение как селективное и связанное преимущественно с минерально-металлическим и органическим компонентом, а не с биогенным загрязнением. Отсутствие превышений по нитритам и нитратам указывает на ограниченное влияние коммунально-бытовых стоков и подтверждает промышленную природу выявленных изменений химического состава воды.

Повышенная общая жёсткость воды (9,1 ммоль/дм³) отражает накопление ионов кальция и магния, что типично для водоёмов, подверженных длительному техногенному воздействию в условиях засушливого климата

и слабого водообмена. В совокупности с высоким сухим остатком данный показатель указывает на прогрессирующую минерализацию водной среды.

В совокупности полученные результаты указывают на наличие техногенного влияния на гидрохимическое состояние исследуемого водоёма, проявляющегося прежде всего в повышенной минерализации, увеличении содержания растворённого железа и росте перманганатной окисляемости. При этом характер выявленных изменений не носит экстремального характера, однако свидетельствует о формировании устойчивой антропогенной нагрузки, связанной с промышленной деятельностью алюминиевого предприятия.

Следует отметить, что интерпретация полученных данных осложняется ограниченным временным охватом наблюдений, поскольку отбор проб осуществлялся в один летний период. Сезонные колебания гидрохимических показателей, а также гидрологические условия года могли оказывать дополнительное влияние на концентрации отдельных компонентов воды.

Необходимо подчеркнуть, что проведённое исследование носит локальный характер и основано на анализе проб воды, отобранных в одной точке водоёма. В дальнейшем для повышения достоверности выводов целесообразно расширение сети точек отбора проб, а также проведение многосезонных наблюдений, что позволит более полно оценить динамику гидрохимических показателей и степень влияния алюминиевого производства на водную экосистему.

Выявленные в ходе исследования превышения ПДК по сухому остатку ($1468,1 \text{ мг/дм}^3$), железу ($0,9 \text{ мг/дм}^3$) и перманганатной окисляемости ($20,1 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$) позволяют спрогнозировать дальнейшую негативную трансформацию экосистемы водоема. В условиях засушливого климата Павлодарского региона и ограниченного водообмена, установленная тенденция к минерализации будет прогрессировать, что приведет к необратимому снижению биоразнообразия и накоплению металлов в донных отложениях. В долгосрочной перспективе это создает угрозу формирования вторичного источника загрязнения, когда накопленные вещества начнут повторно поступать в толщу воды при изменении физико-химических условий среды.

Особую обеспокоенность вызывает территориальная близость исследуемого объекта к жилым и хозяйственным зонам. Точка отбора проб расположена всего в 2 км к югу от промышленной площадки Павлодарского алюминиевого завода, а в непосредственной близости находятся территории жилых комплексов (2,4 км) и садоводческих товариществ, в частности дачи «Металлург» (2 км) (рисунок 2).

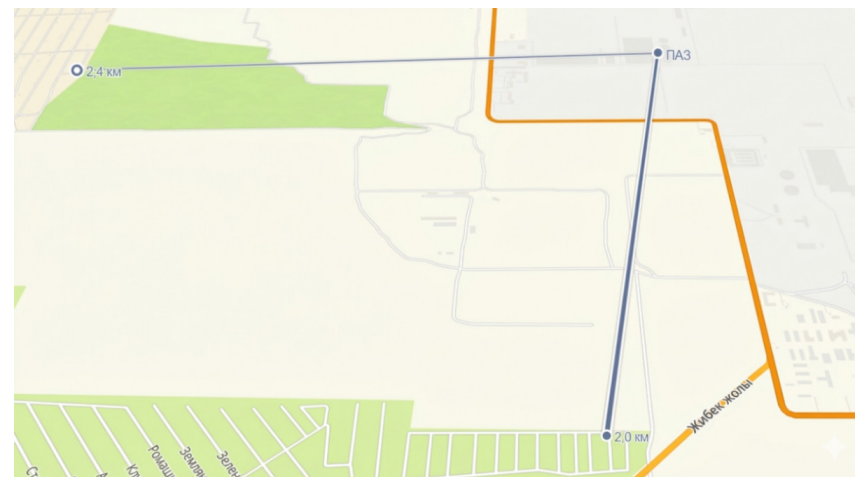


Рисунок 2 – Схема расположения дачного массива «Металлург» и микрорайона «Зеленстрой» относительно промышленной площадки Павлодарского алюминиевого завода.

В условиях сильных ветров, характерных для Павлодарского региона, происходит интенсивный трансграничный перенос аэрозолей и испарений, содержащих мелкодисперсные частицы солей и металлов. Этот процесс способствует распространению загрязняющих веществ далеко за пределы санитарно-защитной зоны завода, захватывая как дачные массивы, так и плотно застроенные жилые районы города. Постоянное нахождение населения в зоне влияния таких выбросов создает условия для воздействия загрязняющих веществ атмосферного происхождения и прямого контакта с почвой, которая выступает в роли депонирующей среды для продуктов техногенного стока.

Системное воздействие соединений металлов и продуктов промышленного окисления может оказывать неблагоприятное влияние на состояние окружающей среды и условия проживания населения. Высокая минерализация и специфический химический состав водных объектов вблизи жилых территорий могут рассматриваться как индикаторы экологического неблагополучия промышленной зоны. Длительное воздействие загрязняющих веществ атмосферного и гидрогенного происхождения потенциально способно повышать экологические риски для населения, что обосновывает необходимость дальнейших комплексных экологических и медико-биологических исследований.

Кроме того, существование аналогичной техногенной нагрузки в зоне влияния Павлодарского алюминиевого производства подтверждается в работе З. М. Сергазиновой и др. (2018) [14]. Авторы выявили негативное воздействие фтористых соединений: у мелких млекопитающих было обнаружено снижение морфометрических параметров доминирующего вида (узкочерепной полевки), зафиксированы высокие значения накопления фтора в костной ткани грызунов в сравнении с контрольной зоной. Кроме того, были обнаружены нарушения структуры доминирования сообществ мелких млекопитающих и популяционные характеристики (полово-возрастной состав) животных.

Результаты проведенного химико-аналитического исследования в совокупности с данными многолетнего мониторинга позволяют констатировать формирование устойчивой техногенной аномалии в районе Павлодарского алюминиевого завода. Выявленное нами превышение ПДК по железу ($0,9 \text{ мг/дм}^3$) и высокая минерализация ($1468,1 \text{ мг/дм}^3$) находят прямое подтверждение в работе М. С. Панина и Г. С. Ажаева (2006) по изучению снегового покрова Павлодара. Согласно геохимическим данным, зона влияния алюминиевого производства характеризуется аномальным накоплением железа, алюминия и титана в твердых атмосферных выпадениях, причем плотность пылевой нагрузки в этом районе в десятки раз превышает фоновые значения. Это доказывает, что загрязнение исследуемого водоема носит комплексный характер, формируясь не только за счет потенциальных стоков, но и путем атмосферного осаждения мелкодисперсных частиц промышленной пыли, которые впоследствии вымываются в гидросистему [15].

Аномально высокая перманганатная окисляемость ($20,1 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$), зафиксированная в данной работе, коррелирует с результатами анализа жидкой фазы атмосферных осадков в Восточной промзоне в работе Г. С. Ажаева (2007), где высокая концентрация растворенных органических и неорганических примесей в талых водах вблизи шламохранилищ подтверждает, что водоем аккумулирует специфические продукты переработки бокситов. Данный процесс ведет к глубокой трансформации гидрохимического режима, вызывая необратимую деградацию экосистемы и подавление процессов естественного самоочищения. Учитывая засушливый климат региона и слабый водообмен, такие показатели свидетельствуют о критическом уровне антропогенного давления на водный объект [16].

Тяжелое экологическое состояние среды подтверждается морфофизиологическими изменениями животных, описанными в последних исследованиях З. М. Сергазиновой и др. (2025). Зафиксированные отклонения в краниометрических показателях и пропорциях черепа узкочерепной

полевки (*Stenocranius gregalis*), обитающей в импактной зоне завода, являются следствием хронического токсического стресса. Накопление фтора в костных тканях млекопитающих служит неоспоримым биологическим индикатором деградации среды. Следовательно, установленные нами химические параметры воды выступают прямым физико-химическим эквивалентом той среды, которая вызывает глубокие патологические изменения в структуре сообществ живых организмов [17].

Таким образом, высокая значимость подобных исследований заключается в возможности раннего обнаружения деградации водных объектов. Показатель перманганатной окисляемости, превышающий норму более чем в четыре раза, служит критическим индикатором антропогенной нагрузки и нарушения процессов самоочищения водоема. Это обосновывает необходимость немедленного внедрения современных методов экологической реабилитации, включая фиторемедиацию и усиленный мониторинг состояния поверхностных вод для обеспечения экологической безопасности Павлодарской области.

Выводы

На основании проведенного мониторинга состояния водного объекта в зоне влияния Павлодарского алюминиевого завода и результатов анализов, установлены значительные превышения нормативных показателей ПДК по сухому остатку ($1468,1 \text{ мг/дм}^3$), железу ($0,9 \text{ мг/дм}^3$) и перманганатной окисляемости ($20,1 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$). Отсутствие превышений по азотной группе подтверждает селективный техногенный характер загрязнения, обусловленный спецификой алюминиевого производства и эксплуатацией шламохранилищ. Территориальная близость промышленной площадки предприятия к жилым застройкам и дачному массиву «Металлург» создает зону постоянного экологического риска.

Полученные в ходе работы данные находят прямое подтверждение в материалах многолетних исследований, зафиксировавших устойчивое расширение радиуса влияния промышленного узла на компоненты окружающей среды и состояние биоты Павлодарского региона. Сопоставление результатов указывает на то, что выявленная аномально высокая окисляемость служит критическим индикатором нарушения процессов самоочищения экосистемы под давлением специфических промышленных стоков. Несмотря на то, что данная вода не используется для прямого потребления, близость открытого источника загрязнения несет скрытые угрозы для здоровья населения вследствие атмосферного переноса аэрозолей и накопления токсикантов в почвенном покрове, что может привести к неблагоприятным последствиям для состояния окружающей среды и качества жизни населения.

Высокая значимость проведенного исследования заключается в подтверждении острой необходимости внедрения методов экологической реабилитации, включая фиторемедиацию, и усиления государственного мониторинга всех компонентов природной среды. Выявленные тенденции к минерализации и накоплению металлов обосновывают важность дальнейших наблюдений для предотвращения необратимой деградации водных ресурсов и обеспечения комплексной экологической безопасности населения Павлодарской области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Botté, A., et al.** Aluminium in aquatic environments: abundance and ecotoxicological impacts // *Aquatic Ecology*. – 2022. – Vol. 56. – P. 1–24.
- 2 **Silveira, N. C. G., et al.** Red Mud from the Aluminium Industry: Production, Characteristics, and Alternative Applications in Construction Materials – A Review // *Sustainability*. – 2021. – Vol. 13. – Art. 12741.
- 3 **DeForest, D., et al.** Multiple linear regression models for predicting chronic aluminum toxicity to freshwater aquatic organisms // *Environmental Toxicology and Chemistry*. – 2018. – Vol. 37. – P. 80–90.
- 4 **Milačič, R., et al.** Environmental impact of toxic elements in red mud studied by fractionation and speciation procedures // *Science of the Total Environment*. – 2012. – Vol. 425. – P. 180–188.
- 5 **Roy, R., et al.** Geochemistry and toxicity of aluminum in relation to discharges from an aluminum smelter // *Environmental Toxicology and Chemistry*. – 2000. – Vol. 19. – P. 243–253.
- 6 **Alasfar, R. H., Isaifan, R. J.** Aluminum environmental pollution: the silent killer // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2021. – Vol. 28. – P. 44587–44597.
- 7 **Skjelkvåle, B. L.** Water chemistry in areas with high deposition of fluoride // *Science of the Total Environment*. – 1994. – Vol. 152. – P. 73–84.
- 8 **Gensemer, R. W., Playle, R. C.** The bioavailability and toxicity of aluminum in aquatic environments // *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. – 1999. – Vol. 29. – P. 315–450.
- 9 **Rosseland, B. O., et al.** Environmental effects of aluminium // *Environmental Geochemistry and Health*. – 1990. – Vol. 12. – P. 17–27.
- 10 Павлодарский алюминиевый завод [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.erg.kz/ru/pavlodar-aluminium-plant/> (Дата обращения: 20.10.2025).

- 11 Государственный стандарт Республики Казахстан. вода питьевая. Отбор проб. СТ РК ГОСТ Р 51593–2003. [Электронный ресурс]. – URL: https://prg.kz/document/?doc_id=30015917&pos=2;124
- 12 Межгосударственный стандарт. ГОСТ 17.1.3.07-82 «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков». [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294847/4294847487.pdf>
- 13 Межгосударственный стандарт ГОСТ 4011–72. Вода питьевая. Методы определения содержания железа. – М. : Изд-во стандартов, 1972. – 18 с.
- 14 **Сергазиева, З. М., Дупал, Т. А., Литвинов, Ю. Н., Ержанов, Н. Т., Конарбаева, Г. А.** Воздействие выбросов алюминиевого производства в Северном Казахстане на видовую структуру и характер накопления фтора у мелких млекопитающих // *Принципы экологии*. – 2018. – № 3. – С. 60–74.
- 15 **Ажаев, Г. С., Панин, М. С.** Геохимическая характеристика твердых атмосферных выпадений на территории г. Павлодара Республики Казахстан по данным изучения снегового покрова // *Вестник ТГУ*. – 2006. – № 292. – С. 163–170.
- 16 **Ажаев, Г. С.** Оценка экологического состояния г. Павлодара по данным геохимического изучения жидких и пылевых атмосферных выпадений: автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – Томск, 2007. – 23 с.
- 17 **Sergazina, Z. M., Makarov, A. V., Yerzhanov, N. T.** Influence of anthropogenic pollution on ecological and morphological characteristics of the narrow-headed vole (*Stenocranius gregalis* Pallas, 1779) in steppe ecosystems of the Pavlodar Pre-Irtysh region // *Journal of Ecology and Environment*. – 2025. – Vol. 49. – Article 14.

REFERENCES

- 1 **Botté, A., et al.** Aluminium in aquatic environments: abundance and ecotoxicological impacts // *Aquatic Ecology*. – 2022. – Vol. 56. – P. 1–24.
- 2 **Silveira, N. C. G., et al.** Red Mud from the Aluminium Industry: Production, Characteristics, and Alternative Applications in Construction Materials – A Review // *Sustainability*. – 2021. – Vol. 13. – Art. 12741.
- 3 **DeForest, D., et al.** Multiple linear regression models for predicting chronic aluminum toxicity to freshwater aquatic organisms // *Environmental Toxicology and Chemistry*. – 2018. – Vol. 37. – P. 80–90.

4 **Milačič, R., et al.** Environmental impact of toxic elements in red mud studied by fractionation and speciation procedures // Science of the Total Environment. – 2012. – Vol. 425. – P. 180–188.

5 **Roy, R., et al.** Geochemistry and toxicity of aluminum in relation to discharges from an aluminum smelter // Environmental Toxicology and Chemistry. – 2000. – Vol. 19. – P. 243–253.

6 **Alasfar, R. H., Isaifan, R. J.** Aluminum environmental pollution: the silent killer // Environmental Science and Pollution Research. – 2021. – Vol. 28. – P. 44587–44597.

7 **Skjelkvåle, B. L.** Water chemistry in areas with high deposition of fluoride // Science of the Total Environment. – 1994. – Vol. 152. – P. 73–84.

8 **Gensemer, R. W., Playle, R. C.** The bioavailability and toxicity of aluminum in aquatic environments // Critical Reviews in Environmental Science and Technology. – 1999. – Vol. 29. – P. 315–450.

9 **Rosseland, B. O., et al.** Environmental effects of aluminium // Environmental Geochemistry and Health. – 1990. – Vol. 12. – P. 17–27.

10 Pavlodarskiy alyuminievy zavod [Pavlodar Aluminium Plant] [Electronic resource]. – URL: <https://www.erg.kz/ru/pavlodar-aluminium-plant/> (Accessed: 20.10.2025).

11 Gosudarstvennyy standart Respubliki Kazakhstan. Voda pit'evaya. Otbor prob. ST RK GOST R 51593–2003 [State Standard of the Republic of Kazakhstan. Drinking Water. Sampling. ST RK GOST R 51593–2003]. [Electronic resource]. – URL: https://prg.kz/document/?doc_id=30015917&pos=2:124

12 Mezhsudarstvennyy standart. GOST 17.1.3.07-82 «Okhrana prirody. Gidrosfera. Pravila kontrolya kachestva vody vodoemov i vodotokov» [Interstate Standard. Nature Protection. Hydrosphere. Rules for Water Quality Control of Reservoirs and Watercourses]. [Electronic resource]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294847/4294847487.pdf>

13 Mezhsudarstvennyy standart GOST 4011–72. Voda pit'evaya. Metody opredeleniya sodержaniya zheleza [Interstate Standard GOST 4011–72. Drinking Water. Methods for Determination of Iron Content]. – Moscow : Izdatel'stvo standartov, 1972. – 18 p.

14 **Sergazinova, Z. M., Dupal, T. A., Litvinov, Yu. N., Yerzhanov, N. T., Konarbayeva, G. A.** Vozdeystvie vybrosov alyuminievogo proizvodstva v Severnom Kazakhstane na vidovuyu strukturu i kharakter nakopleniya flora u melkikh mlekopitayushchikh [Impact of aluminum production emissions in Northern Kazakhstan on the species structure and fluoride accumulation in small mammals] // Printsipy ekologii. – 2018. – No. 3. – P. 60–74.

15 **Azhayev, G. S., Panin, M. S.** Geokhimicheskaya kharakteristika tverdykh atmosferykh vypadenii na territorii g. Pavlodara Respubliki Kazakhstan po dannym izucheniya snegovogo pokrova [Geochemical characteristics of solid atmospheric deposition in Pavlodar based on snow cover studies] // Vestnik TGU. – 2006. – No. 292. – P. 163–170.

16 **Azhayev, G. S.** Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya g. Pavlodara po dannym geokhimicheskogo izucheniya zhidkikh i pylevykh atmosferykh vypadenii [Assessment of the ecological state of Pavlodar based on geochemical study of liquid and dust atmospheric deposition]: abstract of dissertation for candidate of geological and mineralogical sciences. – Tomsk, 2007. – 23 p.

17 **Sergazinova, Z. M., Makarov, A. V., Yerzhanov, N. T.** Influence of anthropogenic pollution on ecological and morphological characteristics of the narrow-headed vole (*Stenocranius gregalis* Pallas, 1779) in steppe ecosystems of the Pavlodar Pre-Irtysh region // Journal of Ecology and Environment. – 2025. – Vol. 49. – Article 14.

Поступило в редакцию 14.05.26.

Поступило с исправлениями 20.05.26.

Принято в печать 02.09.26.

*3. *М. Сергазинова¹, В. С. Лапиш²*

^{1,2}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

14.05.26 ж. баспаға түсті.

20.05.26 ж. түзетулерімен түсті.

02.09.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

ПАВЛОДАР АЛЮМИНИЙ ЗАУЫТЫ ӘСЕР АЙМАҒЫНДАҒЫ СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ БАҒАСЫ

Бұл мақала Павлодар алюминий зауытының маңында орналасқан су объектісінің гидрохимиялық жағдайына жүргізілген зерттеу нәтижелерін ұсынады, зерттеудің мақсаты – алюминий өндірудің су ортасына антропогендік әсерін бағалау. Зерттеудің өзектілігі Павлодар өңіріндегі алюминий өнеркәсібі кәсіпорындарының жоғары шоғырлануы мен өнеркәсіптік шығарындылар мен қалдық сулардың табиғи экожүйелерге әлеуетті экологиялық қауіп төндіруіне байланысты. Су үлгілері 2025 жылдың жазында алынды. Зертханалық талдаулар кезінде судың негізгі физика-химиялық

параметрлері анықталды: жалпы қаттылық, құрғақ қалдық және сульфаттар, хлоридтер, темір, нитрит азоты мен перманганаттық тотығу деңгейі. Алынған нәтижелер Қазақ Республикасының ағымдағы санитарлық стандарттарымен және алюминий өндірудің экологиялық әсеріне арналған халықаралық зерттеулер деректерімен салыстырылды. Құрғақ қалдық, темір және перманганаттық тотығу көрсеткіштері бойынша рұқсат етілген ең жоғары концентрациялардан асып кету анықталды, бұл зертгеліп жатқан су объектісіне тұрақты антропогендік жүктеменің қалыптасқанын көрсетеді. Гидрохимиялық параметрлердегі анықталған өзгерістер су ортасының минерализациялану үрдістеріне және су объектісінің табиғи өзін-өзі тазарту механизмдерінің бұзылуына нұқсайды. Алынған мәліметтер қоршаған орта мониторингін күшейту, көпмаусымдық зерттеулер жүргізу және Павлодар облысында антропогендік өзгерген су объектілерін экологиялық қалпына келтіру шараларын әзірлеу қажеттігін растайды.

Кілтті сөздер: алюминий өндіру, су объектісі, ластану, Павлодар, су талдауы, антропогендік әсер.

*Z. M. Sergazinova¹, V. S. Lapshin²

^{1,2}Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Received 14.05.26.

Received in revised form 20.05.26.

Accepted for publication 02.09.26.

HYDROCHEMICAL ASSESSMENT OF RESERVOIR IN ZONE OF PAVLODAR ALUMINUM PLANT

This article presents the results of a study on the hydrochemical status of a water body located near the Pavlodar Aluminum Plant, with the aim of assessing the extent of the anthropogenic impact of aluminum production on the aquatic environment. The relevance of the study stems from the high concentration of aluminum industry enterprises in the Pavlodar region and the potential ecological hazard posed by industrial emissions and wastewater to natural ecosystems. Water samples were collected during the summer of 2025. During laboratory analyses, the main physicochemical parameters of the water were determined: total hardness, dry residue, and the content of sulfates, chlorides, iron, nitrite

nitrogen, and the permanganate oxidizability level. The results were compared with the current sanitary standards of the Republic of Kazakhstan and data from foreign studies on the environmental impact of aluminum production. Exceedances of maximum permissible concentrations were found for dry residue, iron, and permanganate oxidizability, indicating the formation of a sustained anthropogenic load on the studied water body. The identified changes in hydrochemical parameters point to processes of water body mineralization and disruption of the water body's natural self-purification mechanisms. The data obtained confirm the need to strengthen environmental monitoring, conduct multi-seasonal studies, and develop measures for the ecological rehabilitation of anthropogenically altered water bodies in the Pavlodar region.

Keywords: aluminum production, water body, pollution, Pavlodar, water analysis, anthropogenic impact.

<https://doi.org/10.48081/BTOUChemBio3.2026/90-107>

***M. V. Syrovatsky¹, D. V. Bykov², E. V. Toporova³**

^{1,2,3}Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –
K. I. Skryabin Moscow Veterinary Academy»,
Russian Federation, Moscow.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2668-6579>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6663-3359>

³ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3322-3961>

*e-mail: mSyrovatskiy@mail.ru

ROLE OF HIGH-QUALITY VOLUMINOUS FEEDS IN FEEDING HIGH-PRODUCTIVE COWS

In the context of intensified dairy farming, rising feed costs, and the need to transition to sustainable production systems, the issue of providing high-yielding cows with high-quality bulky feed has become particularly relevant. The aim of this study was to investigate the impact of the quality of bulky feed (hay, silage, and haylage) on the productivity, milk composition, physiological state, and economic efficiency of feeding dairy cows with a similar diet structure. While most studies that focus on the energy or protein content of diets, this research emphasizes the quality of bulky feed as a key factor in physiological nutrition. The study was based on a production experiment involving 100 cows in their first third of lactation, divided into two equal groups. Over a period of 120 days, the study examined milk production, milk composition, blood biochemical parameters, feed intake, and economic indicators. The use of feed exclusively of the first class allowed to reliably increase the yield by 8.8 %, increase the fat and protein content of milk, reduce the level of somatic cells and improve metabolic processes, which was confirmed by the growth of glucose, total protein and albumin in the blood. Additionally, an increase in the conversion of dry matter and an increase in net profit by 6.6 thousand rubles per head were established. The limitation of the study is the conduct of experiments within one enterprise with a single breed of cattle; promising areas are multifactorial field experiments taking into account breed and climatic differences, as well as technological features

of harvesting and storing feed. The results obtained highlight the strategic importance of the quality of bulky feed for the biological and economic sustainability of dairy production.

Keywords: bulky feed, dairy productivity, economic efficiency, milk composition, blood biochemistry.

Introduction

Modern dairy farming is in the stage of deep technological transformation. The growth of dairy cattle productivity, expansion of industrial production systems, wider use of highly productive breeds, and increasing specialization of livestock farms necessitate the improvement of existing approaches to animal feeding. At the same time, the principle remains fundamental, biologically justified and time-tested: milk productivity cannot be realized without full provision of animals with voluminous feed of proper quality [1, p. 242.; 2, p. 357–360].

Voluminous feeds should not be regarded merely as a «filler» of the ration or an inexpensive energy source. They represent the fundamental physiological component of ruminant nutrition, since the digestive system of these animals has evolutionarily adapted to the utilization of plant fiber through the activity of symbiotic rumen microflora. Their significance is therefore much broader than a simple supply of nutrients and energy. Such feeds ensure the normal functioning of the multi-chambered stomach, support enzymatic processes, stimulate microbial protein synthesis, and maintain the coordinated activity of the digestive tract as a whole [3, pp. 306–309; 4, pp. 11–14].

At present, the growing use of concentrates and protein-energy additives in dairy cattle feeding has resulted in a reduction in the proportion of bulky feeds in rations for highly productive cows. However, numerous scientific studies and practical observations indicate that this approach may lead to negative consequences. Increasing dietary energy concentration mainly through concentrates, while limiting the amount of structural fiber, contributes to reduced rumen buffering capacity, the development of acidosis, suppression of cellulolytic microorganisms, and, over time, decreased milk productivity, impaired reproductive performance, and premature culling associated with metabolic disorders. Consequently, the temporary economic advantages of such feeding strategies may eventually transform into substantial long-term losses [5, pp. 110–117].

In addition, high-quality bulky feeds are an essential factor in maintaining the sustainability of livestock production under current climatic and economic conditions. The preparation of nutritious haylage and silage from perennial grasses and corn, rational utilization of pasture areas, as well as improved harvesting and storage technologies, allow farms to reduce feed costs, decrease dependence

on imported feed ingredients, and maintain stable animal productivity despite fluctuations in grain and feed markets [6, pp. 46–49; 7, pp. 102–106].

Historically, bulky feeds have served as the basis of cattle nutrition systems. Traditional feeding practices relying on hay, silage, and pasture forage made it possible to sustain efficient dairy production without excessive use of concentrates. Contemporary scientific evidence confirms the continued relevance of these approaches. The application of advanced cultivation and harvesting technologies enables the production of feeds characterized by fiber digestibility exceeding 60 % and energy values approaching those of concentrates, while simultaneously preserving the physiological balance and полноценность of animal diets [2, pp. 357–360; 8, pp. 72–75; 9, pp. 232–236; 10, pp. 266–276].

The significance of bulky feed quality in dairy cattle nutrition has increased considerably in recent years. Their inclusion in the ration alone is insufficient; particular attention must also be paid to indicators such as chemical composition, the concentration of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), digestibility of fiber fractions (dNDF), energy concentration, as well as crude and digestible protein content. In addition, the physical properties of feed, including particle size, structural characteristics, and the proportion of rapidly fermentable organic compounds, are of major importance. These parameters directly influence rumen fermentation processes, feeding behavior of cows, rumination activity, and ultimately the level of milk productivity [8, pp. 72–75; 11, pp. 42–50].

Therefore, bulky feeds should be considered a fundamental component of dairy cattle diets. Their role extends far beyond their nutritional contribution and includes physiological, microbiological, economic, and environmental functions within modern livestock production systems. Under conditions of sustainable agricultural development and the increasing importance of global food security, the rational and efficient utilization of bulky feeds has become a strategically significant issue for the dairy industry [4, pp. 11–14; 7, pp. 102–106; 12, pp. 4111–4121].

This paper presents a comprehensive review of the importance of bulky feeds in dairy cattle nutrition, with particular emphasis on their physiological significance, the factors determining their effectiveness, and practical approaches to their application in intensive high-yield dairy production systems.

Materials and methods

The research was carried out under the conditions of a commercial dairy farm located in the Moscow Region within the Central Federal District, characterized by a temperate continental climate. The enterprise specialized in milk production from Holstein cattle cows. At the time of the study, the total dairy herd consisted of 800 animals, while the average milk yield per cow reached 8,200 kg per lactation.

The purpose of the experiment was to evaluate the influence of bulky feed quality on milk productivity and metabolic status in lactating cows maintained on diets with an identical structural composition.

A total of 100 cows in early lactation (up to 120 days after calving) were selected for the trial. The animals were comparable in live body weight (580–620 kg), physiological status, age (2nd–4th lactation), and productivity during the previous lactation period (7,800–8,300 kg of milk). According to the pair-analog principle, the cows were allocated into two groups comprising 50 animals each.

Rations for both groups were formulated in accordance with nutrient requirements for highly productive dairy cows and balanced for energy, protein, fiber, macroelements, and microelements based on the recommendations of the L. K. Ernst All-Russian Research Institute of Animal Husbandry (2016). The feeding schemes were identical in terms of dry matter content, ingredient proportions, and overall dietary structure, corresponding to the physiological demands of cows during the first third of lactation. The principal difference between the groups concerned the quality characteristics of the bulky feeds used.

Cows in the control group (Group I) received:

- first-class meadow hay according to GOST 27950-2015;
- second-class corn silage containing 28 % dry matter, 48 % NDF, and 32 % ADF;
- second-class mixed-grass haylage with 52 % moisture, 44 % dNDF48, and 11 % crude protein;
- first-class compound feed intended for lactating cows, produced according to the farm's technical specifications.

Animals in the experimental group (Group II) were fed rations with the same structural composition; however, all bulky feeds corresponded to first-quality standards:

- first-class meadow hay;
- first-class corn silage containing 33 % dry matter, 41 % NDF, 26 % ADF, and 55 % dNDF48;
- first-class mixed-grass haylage with 47 % moisture, fiber digestibility above 58 %, and 13% crude protein;
- the same first-class compound feed (Table 1).

Table 1 – Structure of diets and their nutritional value (per head per day, based on 100 % dry matter)

Indicator	Group I (control) – Feed of different quality	Group II (experience) – All Class 1 feed
Meadow hay, kg Dry matter	2,0	2,0

Corn silage, kg Dry matter	6,5	6,5
Mixed grass haylage, kg Dry matter	5,0	5,0
Concentrated feed, kg Dry matter	9,0	9,0
Total dry matter, kg	22,5	22,5
Exchange energy, MJ	217	229
Crude protein, g	2 940	3 220
Digestible protein in the intestines, g	1 870	2 050
NDF (neutral detergent fiber), g	8 500	7 750
ADF (acid-detergent fiber), g	5 450	4 680
Sugar and starch, g	3 500	3 700
Calcium, g	120	128
Phosphorus, g	85	90
Sulfuric acid (feed buffer capacity), eq	380	420
Ratio protein energy exchange : Dry matter, MJ/kg Dry matter	9,64	10,18
Protein-to-energy ratio, g/MJ	13,5	14,1

Notes:

- All indicators were determined on the basis of laboratory testing of feed samples corresponding to the declared quality categories.
- The concentrations of metabolizable energy and digestible protein in the rations were adjusted to support milk production at the level of 26–27 kg per day with a milk fat content of 3.8 %.
- Compared with the control group, the ration of Group II was characterized by a higher concentration of available energy and protein despite maintaining the same dietary structure and dry matter content. This difference was associated with the improved digestibility and greater biological availability of nutrients in the higher-quality bulky feeds.

The proportion of bulky and concentrate feeds in the dietary dry matter was maintained at 60:40. Animals were fed according to the TMR (total mixed ration) system three times daily, with continuous monitoring of feed refusals.

During the 120-day experimental period, the following observations and analyses were conducted:

- individual milk yield recording on a monthly basis;

- monthly laboratory analysis of milk samples for fat content, protein concentration, and somatic cell count;
- assessment of feed consumption through determination of residual feed by group;
- evaluation of metabolic status using biochemical blood indicators, including urea, total protein, and glucose concentrations, in 10 cows from each group, with blood sampling performed at the beginning and at the conclusion of the trial;
- monitoring of digestive disturbances, estrus manifestation, and incidence of diseases among the experimental animals.

The obtained data were statistically processed using analysis of variance (ANOVA). The significance of intergroup differences was determined using Student's t-test at a confidence level of $P \leq 0.05$.

Results and discussion

Throughout the 120-day experimental period, clear differences were identified between the control and experimental groups with respect to productive performance, physiological condition, and efficiency of feed utilization. These variations were primarily associated with differences in the quality of bulky feeds, although the overall dietary structure and the proportion of ration components remained identical in both groups.

Milk productivity. From the first ten days of the trial, the experimental group (Group II), which received only Class 1 bulky feed, showed a steady increase in milk yield. The average daily milk yield by group is shown in Table 2.

Table 2 – Average daily milk yield and composition during the test period (n = 50 heads)

Period	Milk yield, kg/day (Group I)	Milk yield, kg/day (Group II)	±, %
1 month	26,0 ± 0,5	26,97 ± 0,6*	+3,7
2 month	26,0 ± 0,5	28,4 ± 0,6*	+9,2
3 month	25,6 ± 0,5	28,5 ± 0,6*	+11,3
4 month	25,6 ± 0,5	28,4 ± 0,6*	+10,9
Average per experience	25,9 ± 0,5	28,17 ± 0,6**	+8,8

An analysis of the milk yield dynamics of cows during the four-month trial revealed a stable and statistically significant advantage of the experimental group, which received only first-class bulky feed.

Already during the first month of the study, cows in the experimental group demonstrated milk productivity that was 3.7 % higher than that of the control group ($P < 0.05$), which confirms the rapid positive effect of improved feed quality on animal performance. In the second and especially in the third months, the difference increased to 9.2 % and 11.3 %, respectively ($P < 0.05$), which corresponds to the natural peak of lactation and indicates that the cows in the experimental group had better milk production.

In the fourth month, there was a consistent difference of 10.9 %, which suggests that high-quality bulky feed had a lasting effect on productivity throughout the first half of lactation. This increase in milk yield, with the same diet structure and level of concentrates, is due to better fiber digestibility, higher feed intake, optimal rumen pH, and increased microbial synthetic activity.

Over the entire duration of the experiment, cows in the experimental group produced on average 2.3 kg more milk per day than animals in the control group, which corresponded to an increase of 8.8 % ($P < 0.01$). It is important to note that the higher productivity was achieved not through additional feed inputs, but due to the superior quality of the bulky feeds included in the ration. This finding emphasizes the considerable biological and economic importance of improving forage quality in dairy cattle nutrition.

Milk quality indicators. Throughout the four-month experimental period, milk obtained from cows in the experimental group consistently demonstrated better qualitative characteristics in comparison with the control group. The observed positive dynamics were directly associated with the use of higher-quality bulky feeds in the diet (Figure 1).

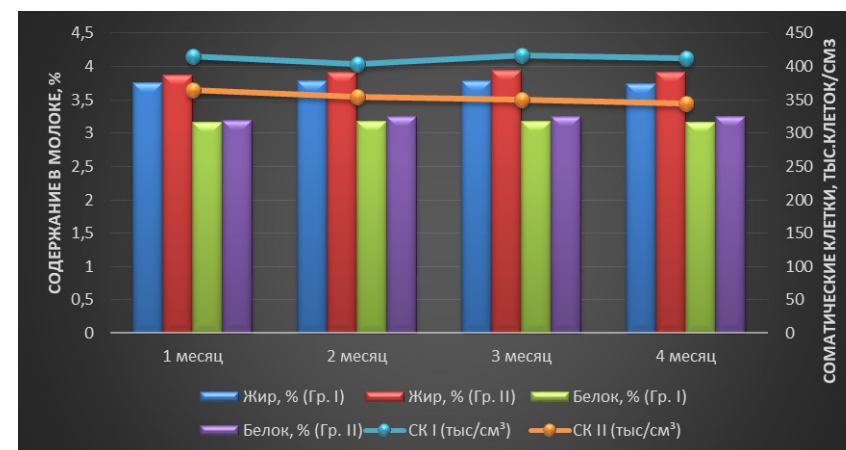


Figure 1 – Dynamics of milk quality indicators

The average fat content in milk from cows of the experimental group reached 3.91 ± 0.05 %, which was 4.2 % higher than in the control group (3.75 ± 0.05 %). Statistically significant differences were already evident in the first month and became more pronounced by the end of the trial. These results suggest an improved energy balance and more stable rumen microbial activity, since milk fat content is highly sensitive to disruptions in rumen fermentation and insufficient structural fiber intake.

Milk protein content in the experimental group remained relatively stable throughout the study, ranging from 3.196 % to 3.253 %, whereas the control group showed a slight downward trend from 3.178 % to 3.158 %. Although the differences were numerically small, they were consistently maintained during the entire experimental period. The protein fraction of milk is closely linked to the supply of amino acids and microbial protein, which depends on the activity of cellulolytic microorganisms that function optimally only under conditions of adequate high-quality structural fiber intake.

Particular attention should be given to the reduction in somatic cell count in the milk of cows receiving higher-quality bulky feeds. By the first month, this indicator was already approximately 50,000 cells/cm³ lower than in the control group, and by the end of the experiment the difference increased to 68,000 cells/cm³. In the control group, somatic cell levels fluctuated between 404,000 and 416,000 cells/cm³, whereas in the experimental group they showed a steady decline to 345,000 cells/cm³. This indicates improved udder health, reduced subclinical inflammatory processes, and potentially better immune and metabolic status associated with balanced feeding conditions.

Feed intake and utilization. Based on observations of feed refusals and consumption, cows in the experimental group demonstrated more complete ration intake, with feed residues reduced by 14 %. Their dry matter intake was also higher by an average of 0.6 kg/day. This reflects improved palatability and physical properties of the ration (odor, structure, and fermentation characteristics), as well as higher digestibility of nutrients.

The feed conversion efficiency (dry matter intake per 1 kg of milk) was:

- control group: 0.87 kg DM/kg milk;
- experimental group: 0.95 kg DM/kg milk.

Thus, the efficiency of feed utilization increased by 9.2 %.

Biochemical blood parameters. To evaluate metabolic status and identify physiological responses to differences in bulky feed quality, blood biochemical indicators were analyzed in both groups at the beginning and end of the 120-day trial. The analysis included energy and protein metabolites (glucose, urea, total protein, albumin), liver function markers (AST, ALT, bilirubin), lipid metabolism indicators (cholesterol, triglycerides), and mineral status parameters (calcium, phosphorus).

Graphical presentation of the obtained data enables a more objective comparison of the dynamics of these indicators between the control and experimental groups, thereby improving the clarity and interpretability of the results (Figure 2).

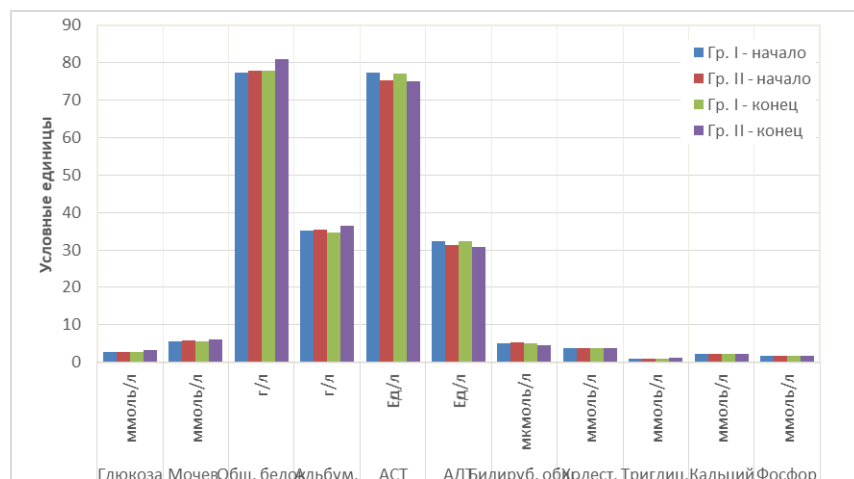


Figure 2 – Dynamics of biochemical blood parameters in cows

The results of the biochemical analysis revealed distinct differences between the control and experimental groups. By the end of the trial, cows receiving higher-quality bulky feeds showed a significant increase in blood glucose levels, reaching 3.16 mmol/L compared with 2.85 mmol/L in the control group. This indicates a more stable energy metabolism and a better balance between dietary energy intake and its utilization for milk synthesis ($P < 0.05$).

Total protein and albumin concentrations were also higher in the experimental group (80.92 g/L and 36.44 g/L, respectively), reflecting improved protein nutrition and more active hepatic protein synthesis. In contrast, these indicators in the control group remained close to baseline values throughout the experiment.

Urea levels in both groups remained within physiological limits; however, a slight upward trend was observed in the experimental group, which may be associated with a higher supply of digestible protein in the diet.

Liver function parameters (AST, ALT, and bilirubin) demonstrated a more favorable pattern in the experimental group, with reduced enzyme activity and a slight decrease in bilirubin concentration. This suggests the absence of hepatic overload and indicates more efficient detoxification and metabolic functioning.

Indicators of lipid metabolism (cholesterol and triglycerides) showed a moderate increase in the experimental group by the end of the study, while remaining within physiological norms, which reflects a more active and balanced energy-lipid metabolism.

Calcium and phosphorus levels remained relatively stable in both groups; however, a slight increase was observed in the experimental group, likely due to improved mineral intake and better nutrient digestibility from higher-quality feeds.

Economic efficiency. To assess the practical relevance of using bulky feeds of different quality levels in dairy cow diets, an economic evaluation of the feeding strategy was performed. The calculations were based on actual milk yield data, ration composition, daily feed costs, market milk prices, and the proportion of feed costs in total production expenses.

The analysis was conducted for a standard experimental herd of 50 cows over a 120-day period (4 months), corresponding to the main productive phase of lactation. In the experimental group, the slightly higher cost of first-class feeds compared to the mixed ration of the control group (by approximately 5 %) was taken into account. This approach enabled an objective assessment of the economic efficiency and profitability of using higher-quality bulky feeds under practical production conditions.

Table 3 – Economic efficiency for 120 days

Indicator	The control group	An experienced group
Duration of experience (days)	120	120
Number of lactating cows (heads)	50	50
Daily yield of 1 head. of natural milk (kg)	26,1	28,4
Milk yield for 120 days (total for the group), kg	156 600	170 400
Selling price of 1 kg of milk, rub	44	44
The cost of milk sold, rub.	6 890 400	7 497 600
Feeding day cost, rub/head	415	415
The cost of feed for the period, rub.	2 490 000	2 614 500
Total costs (feed = 45 %), RUB	5 533 333	–
Total costs (experience, with a 5 % increase in feed prices), rub	–	5 810 000
Profit per experience, rub.	1 357 067	1 687 600
Profit per head, rub	27 141	33 752
Profitability, %	24,5	29,0

Over the 120-day experimental period, cows in the experimental group, which received exclusively first-class feed, demonstrated a higher average daily milk yield by 2.3 kg compared with the control group. This resulted in an additional 13,800 kg of milk produced per group, which, in turn, increased revenue from milk sales by 607,200 rubles relative to the control.

Although feed costs in the experimental group increased by 124,500 rubles over the same period due to the use of higher-quality bulky feeds, the resulting economic effect remained strongly positive. Net profit exceeded that of the control group by more than 330,000 rubles. On a per-cow basis, the additional profit amounted to 6,611 rubles, confirming the high economic efficiency of the proposed feeding approach.

Furthermore, profitability of milk production in the experimental group reached 29.0 %, compared with 24.5 % in the control group. Thus, despite a moderate increase in production costs, the improvement in milk yield and overall productivity ensured a substantial rise in economic returns, demonstrating that the

use of high-quality feeds is both economically justified and strategically beneficial for dairy production systems.

Conclusions

The quality of bulky feed has a key impact on the productivity of dairy cows. When using only first-class feed, the experimental group achieved a stable increase in milk yield of 2.3 kg per day, or 8.8 % compared to the control group ($P < 0.01$), without increasing the proportion of concentrates in the diet.

High-quality bulky feed contributes to improving the composition of milk. The fat and protein content in the experimental group's milk was significantly higher (by 3.2–4.5 % for fat and 1.2–3.0 % for protein), and the level of somatic cells was lower by 12–16.4 %, indicating better udder health and metabolism.

The physiological condition of the animals improved with the use of first-class feed. The biochemical parameters of the blood of the experimental cows were characterized by a higher level of glucose, total protein, and albumin, as well as the normalization of liver enzymes, which reflects a decrease in the risk of metabolic disorders and ketosis.

The economic efficiency of the technology has been proven. The additional revenue from milk sales over a period of 120 days amounted to 607.2 thousand rubles, while the increase in net profit was over 330 thousand rubles. The profitability of dairy production in the experimental group increased from 24.5 % to 29.0 %, despite a 5 % increase in feed costs.

The use of high-quality feed, all other things being equal, is not a cost-saving strategy, but an investment strategy. It ensures increased productivity, improved cow health, and increased profitability.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Головин, А. В., Аникин, А. С., Первов, Н. Г. и др. Рекомендации по детализированному кормлению молочного скота : Справочное пособие рассмотрено, одобрено и рекомендовано к публикации: Учёным советом ВИЖ им. Л.К. Эрнста. Протокол № 5 от 11 апреля 2016 г.; Секцией животноводства и племенного дела Научно-технического совета Минсельхоза России. Протокол № 11 от 1 июля 2016 г. [Текст] // – Дубровицы : Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л. К. Эрнста, 2016. – 242 с. – ISBN 978-5-902483-43-4. – EDN XGBOKZ.

2 Селин, К. А. Объёмистые корма – основа рационов лактирующих коров [Текст] // Молодежная наука 2022: технологии, инновации : материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и обучающихся, посвященной 120-летию со дня рождения

профессора А.А. Ерофеева, Пермь, 28 марта – 01 2022 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова». Том Часть 1. – Пермь : ИПЦ Прокрость, 2022. – С. 357–360. – EDN DESWRE.

3 Дулепинских, Л. Н., Юнусова, О. Ю., Сычева, Л. В. Влияние белковых объёмистых кормов на молочную продуктивность и обмен веществ лактирующих коров [Текст] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2(94). – С. 306–309. – EDN WOCVYA.

4 Сельманович, В. Л., Кулагин, С. Л., Шибко, А. Э., Быков, Н. Н. Актуальные вопросы заготовки высококачественных кормов в сельскохозяйственных организациях Беларуси [Текст] // Агропанорама. – 2020. – № 1(137). – С. 11–14. – EDN IDJODB.

5 Пастухов, С. В., Сычева, Л. В., Юнусова, О. Ю. Переваримость питательных веществ лактирующими коровами при потреблении энергетических добавок [Текст] // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 4(32). – С. 110–117. – https://doi.org/10.47737/2307-2873_2020_32_110. – EDN OMSMEF.

6 Волостнова, А. Н., Якимов, А. В., Мухутдинов, Д. М., Каюмов, Р. Ш. Преимущества стойлово-пастбищного содержания скота и основы организации культурных пастбищ [Текст] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. – 2015. – Т. 222, № 2. – С. 46–49. – EDN UACFHP.

7 Симонов, Г. А., Магомедов, М. Ш., Алигазиева, П. А., Садыков, М. М. Качество объёмистых кормов и молочная продуктивность коров [Текст] // Актуальные проблемы развития животноводства Республики Дагестан : Материалы республиканской научно - практической конференции, Махачкала, 16–18 ноября 2016 года. – Махачкала : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Дагестанский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Ф. Г. Кисриева», 2016. – С. 102–106. – EDN XSJLHV.

8 Гусаров, И. В., Фоменко, П. А., Богатырева, Е. В. Контроль качественных показателей объёмистых кормов заготовленных с применением биоконсервантов в период хранения [Текст] // Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных : Материалы международной научно-практической конференции, посвящается 100-летию со дня рождения А. П. Калашникова, пос. Дубровицы, 13–16 июня 2018 года / Все статьи приведены в авторской редакции. – пос. Дубровицы :

Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста, 2018. – С. 72–75. – EDN XWKMNf.

9 Сычева, Л. В., Юнусова, О. Ю., Дулепинских, Л. Н. Использование козлятника восточного в кормлении лактирующих коров [Текст] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2022. – Т. 250, № 2. – С. 232–236. – https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_2_250_232. – EDN ROOIXO.

10 Kolečkář, J., Mrkvicová, E., Štastník, O. Citation: Effect of Silage Quality on the Health and Performance of High-Producing [Text] // Dairy Cows : A Review. Acta fytotechn zootechny, – 2024. – Vol. 27. – No. 4. – P. 266–276. – <https://doi.org/10.15414/afz.2024.27.04.266-276>.

11 Гусаров, И. В., Симонов, Г. А. Качество объёмистых кормов, заготавливаемых в Вологодской области [Текст] // Горное сельское хозяйство. – 2022. – № 5. – С. 42–50. – <https://doi.org/10.25691/GSH.2022.5.009>. – EDN FTWMIF.

12 Grant, R. J., Ferraretto, L. F. Citation: Silage review: Silage feeding management: Silage characteristics and dairy cow feeding behavior [Text] // Journal of Dairy Science. – 2018. – Vol. 101. – No. 5. – P. 4111–4121. – <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13729>.

REFERENCES

1 Golovin, A. V., Anikin, A. S., Pervov, N. G. et al. Rekomendatsii po detalizirovannomu kormleniyu molochnogo skota : spravocnoe posobie [Recommendations for detailed feeding of dairy cattle : reference manual] [Text]. – Dubrovitsy : All-Russian Research Institute of Animal Husbandry named after Academician L. K. Ernst, 2016. – 242 p.

2 Selin, K. A. Obyomistye korma – osnova ratsionov laktiruyushchikh korov [Roughage as the basis of diets for lactating cows] [Text] // In Molodezhnaya nauka 2022: tekhnologii, innovatsii : Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference of young scientists, postgraduate students and students. – Perm : Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D. N. Pryanishnikov, 2022. – P. 357–360.

3 Dulepinskih, L. N., Yunusova, O. Yu., Sycheva, L. V. Vliyanie belkovykh obyomistyykh kormov na molochnyuyu produktivnost i obmen veshchestv laktiruyushchikh korov [Influence of protein roughage on milk productivity and metabolism of lactating cows] [Text] // In Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – No. 2 (94). – P. 306–309.

4 **Selmanovich, V. L., Kulagin, S. L., Shibeko, A. E., Bykov, N. N.** Aktualnye voprosy zagotovki vysokokachestvennykh kormov v selskokhozyaistvennykh organizatsiyakh Belarusi [Current issues of harvesting high-quality feed in agricultural organizations of Belarus] [Text] // In Agropanorama. – 2020. – No. 1 (137). – P. 11–14.

5 **Pastukhov, S. V., Sycheva, L. V., Yunusova, O. Yu.** Perevarimost pitatelnykh veshchestv laktiruyushchimi korovami pri potreblenii energeticheskikh dobavok [Digestibility of nutrients by lactating cows when consuming energy supplements] [Text] // In Permskii agrarnyi vestnik. – 2020. – No. 4 (32). – P. 110–117.

6 **Volostnova, A. N., Yakimov, A. V., Mukhutdinov, D. M., Kayumov, R. Sh.** Preimushchestva stoilovo-pastbishchnogo sodержaniya skota i osnovy organizatsii kulturnykh pastbishch [Advantages of stall-pasture livestock management and the fundamentals of organizing cultivated pastures] [Text] // In Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana. – 2015. – Vol. 222. – No. 2. – P. 46–49.

7 **Simonov, G. A., Magomedov, M. Sh., Aligazieva, P. A., Sadykov, M. M.** Kachestvo obyomistykh kormov i molochnaya produktivnost korov [Quality of roughage and milk productivity of cows] [Text] // In Aktualnye problemy razvitiya zhivotnovodstva Respubliki Dagestan : Proceedings of the republican scientific and practical conference. – Makhachkala : Dagestan Research Institute of Agriculture named after F. G. Kisriev, 2016. – P. 102–106.

8 **Gusarov, I. V., Fomenko, P. A., Bogatyreva, E. V.** Kontrol kachestvennykh pokazatelei obyomistykh kormov zagotovlennykh s primeneniem biokonservantov v period khraneniya [Control of quality indicators of roughage harvested using biological preservatives during storage] [Text] // In Fundamentalnye i prikladnye aspekty kormleniya selskokhozyaistvennykh zhivotnykh : Proceedings of the International scientific and practical conference. – Dubrovitsy : All-Russian Research Institute of Animal Husbandry named after Academician L. K. Ernst, 2018. – P. 72–75.

9 **Sycheva, L. V., Yunusova, O. Yu., Dulepinskih, L. N.** Ispolzovanie kozlyatnika vostochnogo v kormlenii laktiruyushchikh korov [Use of eastern goat's rue in feeding lactating cows] [Text] // In Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana. – 2022. – Vol. 250. – No. 2. – P. 232–236.

10 **Kolečkář, J., Mrkvicová, E., Štastník, O.** Effect of silage quality on the health and performance of high-producing dairy cows: A review [Text] // In Acta fyto technica et zootechnica. – 2024. – Vol. 27. – No. 4. – P. 266–276.

11 **Gusarov, I. V., Simonov, G. A.** Kachestvo obyomistykh kormov, zagotovlyaemykh v Vologodskoi oblasti [Quality of roughage harvested in the

Vologda region] [Text] // In Gornoe selskoe khozyaistvo. – 2022. – No. 5. – P. 42–50.

12 **Grant, R. J., Ferraretto, L. F.** Silage feeding management: Silage characteristics and dairy cow feeding behavior [Text] // In Journal of Dairy Science. – 2018. – Vol. 101. – No. 5. – P. 4111–4121.

Received 08.05.26.

Received in revised form 08.05.26.

Accepted for publication 03.09.26.

**М. В. Сыроватский¹, Д. В. Быков², Э. В. Топорова³*

^{1,2,3}К. И. Скрябин атындағы Мәскеу мемлекеттік

ветеринариялық медицина және биотехнология академиясы»

Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі, МБА, Ресей Федерациясы, Мәскеу қ.

08.05.26 ж. баспаға түсті.

018.05.26 ж. түзетулерімен түсті.

03.09.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

ЖОҒАРЫ ӨНІМДІ СИЫРЛАРДЫ АЗЫҚТАНДЫРУДА САПАЛЫ КӨЛЕМДІ АЗЫҚТАРДЫҢ РӨЛІ

Сүтті мал шаруашылығын қарқынды дамыту, азық құнының өсуі және тұрақты өндіріс жүйелеріне көшу жағдайында жоғары өнімді сиырларды сапалы көлемді азықтармен қамтамасыз ету мәселесі ерекше маңызға ие. Зерттеудің мақсаты – рацион құрылымы бірдей болған жағдайда көлемді азықтардың (пішен, сүрлем және пішендеме) сапасының сиырлардың өнімділігіне, сүт құрамына, физиологиялық күйіне және азықтандырудың экономикалық тиімділігіне әсерін анықтау. Көптеген зерттеулер рационның энергиясы мен протейніне бағытталса, бұл жұмыста физиологиялық азықтандырудың негізгі факторы ретінде көлемді азық сапасына басымдық берілді.

Зерттеу өндірістік жағдайда лактацияның алғашқы кезеңіндегі 100 сиырда жүргізіліп, олар екі тең топқа бөлінді. 120 күн бойы сүт өнімділігі, сүт құрамы, қанның биохимиялық көрсеткіштері, азық тұтыну деңгейі және экономикалық көрсеткіштер зерттелді. Тек бірінші сапалы азықтарды пайдалану сүт өнімділігін 8,8 %-ға арттыруға, сүттегі май мен ақуыз мөлшерін көбейтуге, соматикалық жасушалар деңгейін төмендетуге және зат алмасу процестерін

жақсартуға мүмкіндік берді. Бұл қан құрамындағы глюкоза, жалпы ақуыз және альбумин деңгейінің жоғарылауымен дәлелденді.

Сонымен қатар құрғақ заттың пайдаланылу тиімділігі артып, бір басқа шаққандағы таза пайда 6,6 мың рубльге өсті. Зерттеудің шектеуі – тәжірибенің бір шаруашылықта және бір ғана тұқымда жүргізілуі. Болашақта тұқымдық, климаттық және технологиялық ерекшеліктерді ескеретін көпфакторлы зерттеулер жүргізу маңызды. Алынған нәтижелер көлемді азықтардың сапасы сүт өндірісінің биологиялық және экономикалық тұрақтылығы үшін стратегиялық маңызға ие екенін көрсетеді.

Кілтті сөздер: көлемді азықтар, сүт өнімділігі, экономикалық тиімділік, сүт құрамы, қан биохимиясы.

*М. В. Сыроватский¹, Д. В. Быков², Э. В. Топорова³

^{1,2,3}Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина»,
Российская Федерация, г. Москва.
Поступило в редакцию 08.05.26.
Поступило с исправлениями 08.05.26.
Принято в печать 03.09.26.

РОЛЬ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ОБЪЕМИСТЫХ КОРМОВ В КОРМЛЕНИИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ

В условиях интенсификации молочного скотоводства, роста стоимости кормов и необходимости перехода к устойчивым системам производства особую актуальность приобретает обеспечение высокопродуктивных коров высококачественными объемистыми кормами. Целью данного исследования было изучение влияния качества объемистых кормов (сена, силоса и сенажа) на продуктивность, состав молока, физиологическое состояние и экономическую эффективность кормления коров при одинаковой структуре рациона. В отличие от большинства исследований, ориентированных на энергетическую и протеиновую ценность рационов, данная работа акцентирует внимание на качестве объемистых кормов как ключевом факторе физиологического питания.

Исследование проведено в производственных условиях на 100 коровах в первой трети лактации, разделенных на две равные группы. В течение 120 дней изучались удои, состав молока, биохимические показатели крови, поедаемость кормов и экономические показатели. Использование кормов исключительно первого класса позволило достоверно увеличить удои на 8,8 %, повысить содержание жира и белка в молоке, снизить уровень соматических клеток и улучшить обменные процессы, что подтверждается увеличением содержания глюкозы, общего белка и альбумина в крови.

Также отмечено повышение конверсии сухого вещества и рост чистой прибыли на 6,6 тыс. рублей на голову. Ограничением исследования является проведение эксперимента в одном хозяйстве с использованием одной породы скота. Перспективными направлениями являются многофакторные исследования с учетом породных, климатических и технологических особенностей заготовки и хранения кормов. Полученные результаты подчеркивают стратегическую значимость качества объемистых кормов для биологической и экономической устойчивости молочного производства.

Ключевые слова: объемистые корма, молочная продуктивность, экономическая эффективность, состав молока, биохимия крови.

<https://doi.org/10.48081/BTOUChemBio3.2026/108-116>

***B. A. Shalabayev¹, A. K. Altynbayeva²,
A. Zh. Beisembay³, O. A. Ermakova⁴**

^{1,2,3,4}Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4551-0042>

²ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4627-4975>

³ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0148-967X>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4494-1437>

*e-mail: baur_-08.87@mail.ru

VARIETY TESTING OF SPRING BARLEY IN THE CONDITIONS OF THE NORTH-EAST OF KAZAKHSTAN

The article presents the results of research in 2014-2016 by Pavlodar Agricultural Enterprise LLP. 20 breeding lines of barley on chestnut sandy loam soils of northeastern Kazakhstan were studied. The aim of the work was to identify the most productive and locally resistant varieties capable of providing a stable harvest in a variety of soil and climatic zones of the region. The meteorological conditions of the growing seasons were characterized by significant contrast, which made it possible to assess the adaptive abilities of the lines to various environmental stress factors. According to the research results, six promising lines with a growing season of 78-81 days, a plant height of 62-67 cm and a mass of 1000 grains of 53.5–56.0 g were identified. The content of crude protein in the grain was 17.6–19.6 %, fiber — 3.36–4.46 %. The average yield over three years ranged from 20.0 to 21.7 c/ha, which exceeds the standard by 1.8–3.5 c/ha. Lines 49/99-11 and 31/44-72 showed the greatest increase in yield to the standard (+3.2 and +3.5 c/ha, respectively). The line 31/44-72, which has high economically valuable characteristics, is recommended for transfer to the State variety testing and introduction into production. Thus, the conducted research contributes to improving the efficiency of barley breeding in the region, providing agricultural production with new highly productive varieties adapted to local conditions.

Keywords: barley, breeding lines, productivity, grain quality, growing season, northeastern Kazakhstan, adaptability, stress factors.

Introduction

Barley is one of the oldest cereal crops, cultivated in all agricultural regions worldwide. Its extensive distribution is attributed to numerous valuable qualities. Due to its high adaptability, barley is grown in extreme conditions: high in the mountains and on steppe expanses, in areas with increased moisture or arid steppes. Barley is a versatile crop, both in terms of its wide distribution and its diverse uses [1].

The diversity of soil and climatic zones across Kazakhstan necessitates the use of agricultural varieties with distinct biological properties. To enhance productivity and yield stability, it is essential to conduct ecological assessments of varieties under various climatic conditions to identify the most promising ones for each region.

According to the Agency for Statistics of the Republic of Kazakhstan, in 2016, the total sown area of barley nationwide was 1,897.2 thousand hectares, with 71,277 hectares in the Pavlodar region.

In the Pavlodar region, two barley varieties, Medik 85 and Tselinny 91, are approved for use. These varieties are considered outdated and possess several significant drawbacks.

Additionally, there is an uncontrolled influx of barley varieties from other regions, which, without prior evaluation, cannot effectively address the issue of increasing yields. Given the need for new productive varieties, it is pertinent to implement a research project aimed at studying promising barley breeding lines developed by leading institutions in Kazakhstan, specifically under the conditions of the northeastern region.

One of the key factors in cereal crop breeding is genetic variability, which determines the duration of interphase periods and the overall vegetative cycle [2]. These parameters influence yield under specific conditions and depend on the plant's resistance to biotic and abiotic stresses. For instance, barley yield is directly related to the length of the «emergence-heading» period; its extension contributes to yield increase [3; 4; 5]. Additionally, weather conditions, such as air temperature and precipitation during the growing season, play a significant role [6; 7].

To address these objectives, LLP «Pavlodar Agricultural Experimental Station» conducted barley breeding work. At the final stage, 20 breeding lines were studied in a competitive variety trial nursery. This report presents the research results that identified the best barley lines during trials conducted from 2014 to 2016.

Materials and Methods

The experimental plot's soil is chestnut sandy loam, with humus content ranging from 1.1 % to 1.3 %, phosphorus (P₂O₅) levels between 135 and 150 mg/

kg, and a pH of 6.4 to 6.6. The preceding crop was clean fallow. The agronomic preparation of the experimental plot and pre-sowing treatments adhered to barley cultivation technologies specific to the northeastern region of Kazakhstan. Sowing in the breeding nurseries was conducted using the SSFK-7 disc seeder, followed by rolling with a ring roller.

The meteorological conditions during the growing seasons of 2014, 2015, and 2016 exhibited significant contrasts, not only compared to long-term averages but also among the years themselves. The agricultural year 2014 was characterized as the most unfavorable during the study period, with precipitation below the long-term average by 8.7 mm, and the rainfall received was minimally effective. Temperature fluctuations were abrupt. In the 2015 growing season, 185.7 mm of precipitation fell, exceeding the long-term average by 64.5 mm; however, temperature swings negatively impacted plant growth and development. The 2016 growing season was warm and excessively moist, with 215.6 mm of precipitation, more than double the long-term norm.

Assessments and observations were conducted following the methodology of state variety testing [8; 9; 10]. The contents of crude protein and crude fiber in the grain were determined using the «Infralum» device [11].

Harvesting of the breeding nurseries was performed at full grain maturity of the breeding lines, directly using a «Wintersteiger» combine.

Results and discussion

Based on field and laboratory evaluations, six breeding lines were selected. The average vegetative period of the studied barley lines ranged from 78 to 81 days, with most varieties averaging 78 days. The «emergence-heading» phase lasted between 37 and 40 days. Lines 7/06-1 and 2343 exhibited a longer vegetative period of 81 days.

Over the years of research, the average plant height was between 62 and 67 cm, with line 49/99-11 being the tallest at 67 cm. The highest average grain weight per spike was observed in lines 89/83-5 and 31/44-72, each at 1.4 g. The 1000-grain weight among the selected lines varied from 53.5 to 56.0 g, with lines 2343, 99/99-8, and 89/83-5 having the largest grains (55.5–56.0 g).

Grain quality of the breeding lines remained relatively stable over the study years. The average protein content in the top lines ranged from 17.6 % to 19.6 %, with lines 49/99-11 and 31/44-72 showing the highest values at 18.9 % and 19.8 %, respectively.

Table 1 – Presents the yield structure elements and grain quality of the best barley breeding lines in the competitive variety trial (2014–2016).

Breeding lines	Plant height, cm	Productive tillering, pcs	Grain weight per plant, g	Thousand kernel weight, g	Crude protein content, %	Fiber content, %
49/99-11	67	3	1,3	53,5	18,9	4,17
7/06-1	62	2	1,3	55,0	17,8	3,88
89/83-5	65	3	1,4	56,0	18,3	3,36
99/99-8	64	2	1,3	55,5	18,5	3,40
2343	62	2	1,3	55,5	18,4	3,99
31/44-72	64	3	1,4	55,0	19,6	4,46
Tselinny 91 st.	60	2	1,2	45,5	18,5	3,74

The yield of the lines from 2014 to 2016 varied significantly due to contrasting meteorological conditions during the study years. High yields were recorded in 2016, ranging from 2.4 to 2.57 tons per hectare, while low yields were observed in 2014 (1.56–1.83 tons per hectare).

The average yield over the three-year study period was 2.0–2.17 tons per hectare. The maximum yield increase compared to the standard was noted in lines 49/99-11 and 31/44-72, yielding 2.14–2.17 tons per hectare.

Table 2 – Average Yield and Vegetation Period of the Best Barley Breeding Lines in Competitive Variety Trials (2014–2016)

Breeding lines	Breeding variety	Yield, q/ha			Average yield, q/ha	± to the standard
		2014 y.	2015 y.	2016 y.		
49/99-11	nutans	18,1	21,1	25,1	21,4	+3,2
7/06-1	nutans	15,6	20,2	24,9	20,2	+2,0
89/83-5	nutans	18,0	21,2	24,8	21,0	+2,8
99/99-8	nutans	17,9	20,6	24,0	20,0	+1,8
2343	nutans	17,5	20,6	24,3	20,0	+1,8
31/44-72	medicum	18,3	21,9	25,7	21,7	+3,5
Tselinny 91 st.	medicum	14,2	18,6	23,5	18,2	-
HCP05	-	1,6	1,9	2,2	1,9	-

Conclusions

In conclusion, among the 20 studied breeding lines, six demonstrated the highest yield increases compared to the standard. Notably, lines 49/99-11 and 31/44-72 showed significant yield gains of +3.2 and +3.5 centners per hectare, respectively. These lines also exhibited high grain quality, with crude protein content ranging from 18.9 % to 19.6 % and fiber content between 4.17 % and 4.46 %.

Line 31/44-72, possessing valuable agronomic traits, is being prepared for submission to the State Variety Testing (GSI) and is recommended for commercial cultivation.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Железнов, А. В., Кукоева, Т. В., Железнова, Н. Б. Ячмень голозерный: происхождение, распространение и перспективы использования. Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Том 17. – № 2. – С. 286–297.

2 Кочерина, Н. В. Алгоритмы эколого-генетического улучшения продуктивности растений. Автореферат диссертации кандидата биологических наук. – СПб., 2009. – 130 с.

3 Никитина, В. И. Изменчивость хозяйственно-ценных признаков яровой мягкой пшеницы и ячменя в условиях лесостепной зоны Сибири и ее значение для селекции. Автореферат диссертации кандидата биологических наук. – Санкт-Петербург, 2007. – 40 с.

4 Rostoks, N., Mudie, S., Cardle, L., Russell, J., Ramsay, L., Booth, A., Svensson, J. T., Wanamaker, S. I., Walia, H., Rodriguez, E. M., Hedley, P. E., Liu, H., Morris, J., Close, T. J., Marshall, D. F., Waugh, R. Genome-wide SNP discovery and linkage analysis in barley based on genes responsive to abiotic stress. // Mol. Genet. Genomics. – 2005. – № 274(5). – P. 515-527. – <https://doi.org/10.1007/s00438-005-0046-z>.

5 Bayer, M. M., Rapazote-Flores, P., Ganal, M., Hedley, P. E., Macaulay, M., Plieske, J., Ramsay, L., Russell, J., Shaw, P. D., Thomas, W., Waugh, R. Development and evaluation of a barley 50k iSelect SNP array. // Front. Plant Sci. – 2017 – № 8. – P. 1792. – <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01792>.

6 Comadran, J., Kilian, B., Russell, J., Ramsay, L., Stein, N., Ganal, M., Shaw, P., Bayer, M., Thomas, W., Marshall, D., Hedley, P., Tondelli, A., Pecchioni, N., Francia, E., Korzun, V., Walther, A., Waugh, R. Natural variation in a homolog of *antirrhinum* *CENTRORADIALIS* contributed to spring growth habit and environmental adaptation in cultivated barley. // Nat. Genet. – 2012. – № 44(12). – P. 1388–1391. – <https://doi.org/10.1038/ng.2447>.

7 Коряковцева, А. А., Сафина, Н. З. Сопряженность продолжительности вегетационного периода и урожайности сортов яровой пшеницы двух групп спелости с метеорологическими условиями. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – № 8. – 2006. – С. 9–15.

8 Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. // Выпуск 1. – М., 1985. – 267 с.

9 Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. // Выпуск 2: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – М., 1989. – 194 с.

10 Ауыл шаруашылығы дақылдарының сорттарын мемлекеттік сынау методикасы. Бірінші бысылым. – Алматы, 2002. – 378 б.

11 Коновалов, Ю. Б. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / Ю. Б. Коновалов, А. Н. Березкин, Л. И. Долгодворова и др. – М. : Агропромиздат, 1987. – 367 с.

REFERENCES

1 Zheleznov A. V., Kukoeva, T. V., Zheleznova, N. B. Jachmen' golozernyj : proishozhdenie, rasprostranenie i perspektivy ispol'zovaniya. [Hull-less barley : origin, distribution, and prospects for use.] [Text] / A. V. Zheleznov, T. V. Kukoeva, N. B. Zheleznova. Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii, 2013. – Vol. 17. – № 2. – P. 286–297.

2 Kocherina, N. V. Algoritmy jekologo-geneticheskogo uluchsheniya produktivnosti rastenij. [Algorithms for ecological and genetic improvement of plant productivity] [Text] / N. V. Kocherina. Avtoref. diss. kand. biol. nauk. – St. Petersburg, 2009. – 130 p.

3 Nikitina, V. I. Izmenchivost' hozjajstvenno-cennyh priznakov jarovoj m'jagkoj pshenicy i jachmenja v uslovijah lesostepnoj Sibiri i ee znachenie dlja selekcii. [Variability of economically valuable traits in spring soft wheat and barley in the forest-steppe zone of siberia and its significance for breeding.] [Text] / V. I. Nikitina. Avtoref. diss. d-ra biol. nauk. – St. Petersburg, 2007. – 40 p.

4 Rostoks, N., Mudie, S., Cardle, L., Russell, J., Ramsay, L., Booth, A., Svensson, J. T., Wanamaker, S. I., Walia, H., Rodriguez, E. M., Hedley, P. E., Liu, H., Morris, J., Close, T. J., Marshall, D. F., Waugh, R. Genome-wide SNP discovery and linkage analysis in barley based on genes responsive to abiotic stress. // Mol. Genet. Genomics. – 2005. – № 274(5). – P. 515-527. – <https://doi.org/10.1007/s00438-005-0046-z>.

5 Bayer, M. M., Rapazote-Flores, P., Ganal, M., Hedley, P. E., Macaulay, M., Plieske, J., Ramsay, L., Russell, J., Shaw, P. D., Thomas, W., Waugh, R.

Development and evaluation of a barley 50k iSelect SNP array. // Front. Plant Sci. – 2017. – № 8. – P. 1792. – <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01792>.

6 Comadran, J., Kilian, B., Russell, J., Ramsay, L., Stein, N., Ganai, M., Shaw, P., Bayer, M., Thomas, W., Marshall, D., Hedley, P., Tondelli, A., Pecchioni, N., Francia, E., Korzun, V., Walther, A., Waugh, R. Natural variation in a homolog of *antirrhinum* *CENTRORADIALIS* contributed to spring growth habit and environmental adaptation in cultivated barley. // Nat. Genet. – 20127 – № 44(12). – P. 1388–1391. – <https://doi.org/10.1038/ng.2447>.

7 Korjakovceva, A. A., Safina, N. Z. Soprzazhennost' prodolzhitel'nosti vegetacionnogo perioda i urozhajnosti sortov jarovoj pshenicy dvuh grupp spelosti s meteorologicheskimi uslovijami. [Correlation between the vegetation period duration and yield of spring wheat varieties of two maturity groups with meteorological conditions.] [Text] / A. A. Korjakovceva, N. Z. Safina. // Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka. – №8. – 2006. – P. 9–15.

8 Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozjajstvennyh kul'tur. [Methods of state variety testing of agricultural crops]. // Vypusk 1. – Moscow, 1985. – 267 p.

9 Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozjajstvennyh kul'tur. [Methodology for state variety testing of agricultural crops]. // Vypusk 2.: Zernovye, krupjanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury. – Moscow, 1989. – 194 p.

10 Auyl sharuashylyǵy daqyldarynıń sorttaryn memlektettik synau metodikasy. [Methodology for state testing of agricultural crop varieties]. Birinshi byslym. – Almaty, 2002. – 378 p.

11 Konovalov, Ju. B., Berezkin, A. N., Dolgodvorova, L. I. et al. Praktikum po selekcii i semenovodstvu polevyh kul'tur. [Practical guide on breeding and seed production of field crops] [Text] / Ju. B. Konovalov, A. N. Berezkin, L. I. Dolgodvorova, i dr. – Moscow : Agropromizdat, 1987. – 367 p.

Received 02.12.24.

Received in revised form 05.01.25.

Accepted for publication 02.04.25.

*Б. А. Шалабаев¹, А. К. Алтыбаева², А. Ж. Бейсембай³, О. А. Ермакова⁴

^{1,2,3,4}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

02.12.24 ж. баспаға түсті.

05.01.25 ж. түзетулерімен түсті.

02.04.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫСЫ ЖАҒДАЙЫНДА ЖАЗДЫҚ АРПАНЫҢ СОРТ СЫНАҒЫ

Мақалада «Павлодар ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС 2014–2016 жылдардағы зерттеу нәтижелері ұсынылған. Қазақстанның солтүстік-шығысындағы қоңыр құмдақ топырақтарында арпаның 20 селекциялық желісі зерттелді. Зерттеудің мақсаты – аймақтың әртүрлі топырақ-климаттық жағдайларында тұрақты өнім беруге қабілетті, ең өнімді және жергілікті жағдайларға бейімделген сорттарды анықтау болды. Өсіп-өну кезеңдеріндегі метеорологиялық жағдайлардың айтарлықтай айырмашылықтары желілердің әртүрлі стресс факторларына бейімделу қабілеттерін бағалауға мүмкіндік берді. Зерттеу нәтижелері бойынша өсіп-өну кезеңі 78–81 күн, өсімдік биіктігі 62–67 см және 1000 дәннің массасы 53,5–56,0 г болатын алты перспективалы желі анықталды. Дәндегі шикі протеин мөлшері 17,6–19,6 %, ал клетчатка мөлшері 3,36–4,46 % құрады. Үш жылдағы орташа өнімділік 20,0-ден 21,7 ц/га дейін өзгеріп, стандарт көрсеткіштерінен 1,8–3,5 ц/га жоғары болды. 49/99-11 және 31/44-72 желілері стандартпен салыстырғанда ең жоғары өнімділік өсімін көрсетті (тиісінше +3,2 және +3,5 ц/га). Жоғары шаруашылық құнды қасиеттерге ие 31/44-72 желісі Мемлекеттік сорт сынағына беруге және өндіріске енгізуге ұсынылады. Осылайша, жүргізілген зерттеулер аймақтағы арпа селекциясының тиімділігін арттыруға ықпал етіп, жергілікті жағдайларға бейімделген жоғары өнімді жаңа сорттармен ауыл шаруашылығын қамтамасыз етеді.

Кілтті сөздер: арпа, селекциялық желілер, өнімділік, дәннің сапасы, вегетациялық кезең, Қазақстанның солтүстік-шығысы, бейімделгіштік, стресс факторлары.

*Б. А. Шалабаев¹, А. К. Алтыбаева², А. Ж. Бейсембай³, О. А. Ермакова⁴

^{1,2,3,4}Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Поступило в редакцию 02.12.24.

Поступило с исправлениями 05.01.25.

Принято в печать 02.04.25.

СОРТОИСПЫТАНИЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

В статье представлены результаты исследований в 2014–2016 годах ТОО «Павлодарский СХОС». Были исследованы 20 селекционных линий ячменя на каштановых супесчаных почвах северо-восточного Казахстана. Целью работы было выявление наиболее продуктивных и устойчивых к местным условиям сортов, способных обеспечить стабильный урожай в условиях разнообразных почвенно-климатических зон региона. Метеорологические условия вегетационных периодов отличались значительной контрастностью, что позволило оценить адаптивные способности линий к различным стрессовым факторам среды. По результатам исследований выделены шесть перспективных линий с вегетационным периодом 78–81 день, высотой растений 62–67 см и массой 1000 зёрен 53,5–56,0 г. Содержание сырого протеина в зерне составляло 17,6–19,6 %, клетчатки – 3,36–4,46 %. Средняя урожайность за три года варьировала от 20,0 до 21,7 ц/га, что превышает показатели стандарта на 1,8–3,5 ц/га. Линии 49/99-11 и 31/44-72 показали наибольшую прибавку урожайности к стандарту (+3,2 и +3,5 ц/га соответственно). Линия 31/44-72, обладающая высокими хозяйственно-ценными признаками, рекомендована для передачи в Государственное сортоиспытание и внедрения в производство. Таким образом, проведённые исследования способствуют повышению эффективности селекции ячменя в регионе, обеспечивая сельскохозяйственное производство новыми высокопродуктивными сортами, адаптированными к местным условиям.

Ключевые слова: ячмень, селекционные линии, продуктивность, качество зерна, вегетационный период, северо-восточный Казахстан, адаптивность, стрессовые факторы.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ

Акпаева Карлыгаш Манаповна, фармацевтикалық пәндер кафедрасының мегерушісі, Астана медицина университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: karlygash.manapovna@mail.ru, <https://orcid.org/00000-0001-9753-1315>

Алтыбаева Асель Каирбековна, Ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, Ауыл шаруашылығы ғылымдарының факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: assel.altymbaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-4627-4975>

Байсалова Галия Жумамуратовна, профессор м.а, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: galya_72@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1338-0308>

Бакибаев Әбдіғали Әбдіманапұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, Ұлттық зерттеу Томск мемлекеттік университеті, Томск қ., 634050, Ресей Федерациясы, e-mail: bakibaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3335-3166>

Бейсембай Әйгерім Жанатқызы, жаратылыстану ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, Ауыл шаруашылығы ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: aigera9522@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-0148-967X>

Быков Дмитрий Владимирович, Биология ғылымдарының кандидаты, доцент, Зоотехнологиялар және агробизнес факультеті, К. И. Скрябин атындағы Мәскеу мемлекеттік ветеринариялық медицина және биотехнология академиясы» федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі, МВА, Мәскеу қ., 109472, Ресей Федерациясы, e-mail: bykovd73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6663-3359>

Ермакова Оксана Анатольевна, Биология магистрі, аға оқытушы, Ауыл шаруашылығы ғылымдарының факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: o_ermakova70@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-4494-1437>

Жаксыбаева Айгерім Галымовна, PhD, аға оқытушысы, Химия кафедрасы, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., 010008, Қазақстан Республикасы, e-mail: Zhaxybayeva_ag_1@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1071-3616>

Исабаева Манар Амангельдиевна, химия ғылымдарының кандидаты, профессор, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров

университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: isabaeva.manar@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8119-3865>

Калиева Салтанат Сагандыковна, PhD, аға оқытушысы, Жаратылыстану ғылымдарының жоғары мектебі, Astana International University, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: saltanat.kalieva@aiu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0003-7223-1203>

Камзе Анар Рашидовна, жаратылыстану ғылымдар магистрі, химия және оқытушы, биотехнология кафедрасы, Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау қ., 020000, Қазақстан Республикасы, e-mail: Anar_kz@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9568-397X>

Кенжанова Томирис Манарбековна, «Органикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша магистрант, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: tkenzhanova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-9436-2877>

Лапшин Владимир Сергеевич, 6B05201 мамандығы бойынша студент – Экология, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: vovalapsin12@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-6676-1705>

Музапарова Севара Абдусаламовна, магистрант, Астана медицина университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: sevvaraa@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-2373-0175>

Нурмуханбетова Нургуль Нуркеновна, Химия ғылымдарының кандидаты, қауымд. профессор, Химия және биотехнология кафедрасы, Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау қ., 020000, Қазақстан Республикасы, e-mail: nnurmukhanbetova@shokan.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0595-3535>

Осипова Анастасия Вячеславовна, магистрант, «Экология» мамандығы, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: aanastasiyaaa@internet.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3947-5252>

Свидерский Александр Константинович, химия ғылымдарының докторы, профессор, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: katsostud@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7277-5882>

Сергазина Самал Мубаракновна, Химия ғылымдарының кандидаты, қауымд. профессор, Химия және биотехнология кафедрасы, Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау қ., 020000, Қазақстан

Республикасы, e-mail: SSergazina@shokan.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9764-6729>

Сергазинова Зарина Мухтаровна, PhD, қауымд. профессор (доцент), Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: wwwszm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3437-8717>

Сыроватский Максим Викторович, Ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, доцент, Зоотехнологиялар және агробизнес факультеті, К. И. Скрябин атындағы Мәскеу мемлекеттік ветеринариялық медицина және биотехнология академиясы» федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі, МБА, Мәскеу қ., 109472, Ресей Федерациясы, e-mail: mSyrovatskiy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2668-6579>

Талтенов Абзал, профессор, Л. Н. Гумилёв атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: abzal06@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0620-3816>

Топорова Эвита Владимировна, студент, Зоотехнологиялар және агробизнес факультеті, К. И. Скрябин атындағы Мәскеу мемлекеттік ветеринариялық медицина және биотехнология академиясы» федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі, МБА, Мәскеу қ., 109472, Ресей Федерациясы, e-mail: avitatopорова@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-3322-3961>

Тугамбаева Тогжан Бабатаевна, аға оқытушы, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: togzhan_1963@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-2226-2361>

Шалабаев Бауржан Алпысбаевич, Ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, Ауыл шаруашылығы ғылымдарының факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: baur_-08.87@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4551-0042>

Шериязданова Аружан Бейбутовна, магистрант, «Органикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: muratovaa_aruzhan@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6578-6513>

Ямалтдинов Богдан Маратович, жетекші инженер, ЖШС «КазМунайХим», Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: terokyam@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9227-6888>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Акпаева Карлыгаш Манаповна, заведующий кафедрой фармацевтических дисциплин, Медицинский университет Астана, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: karlygash.manapovna@mail.ru, <https://orcid.org/00000-0001-9753-1315>

Алтыбаева Асель Каирбековна, магистр сельскохозяйственных наук, ст. преподаватель, Факультет сельскохозяйственных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: assel.altymbaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-4627-4975>

Байсалова Галия Жумамуратовна, и.о. профессора, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: galya_72@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1338-0308>

Бакибаев Абдигали Абдиманатович, доктор химических наук, профессор, Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, 634050, Российская Федерация, e-mail: bakibaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3335-3166>

Бейсембай Айгерим Жанаткызы, магистр естественных наук, ст. преподаватель, Факультет сельскохозяйственных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: aigera9522@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-0148-967X>

Быков Дмитрий Владимирович, кандидат биологических наук, доцент, Факультет зоотехнологий и агробизнеса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», г. Москва, 109472, Российская Федерация, e-mail: bykovd73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6663-3359>

Ермакова Оксана Анатольевна, магистр биологии, ст. преподаватель, Факультет сельскохозяйственных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: o_ermakova70@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-4494-1437>

Жаксыбаева Айгерим Галымовна, PhD, ст. преподаватель, кафедра Химия, Евразийский Национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010008, Республика Казахстан, e-mail: Zhaxybayeva_ag_1@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1071-3616>

Исабаева Манар Амангельдиевна, кандидат химических наук, профессор, Факультет естественных наук, Торайғыров университет,

г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: isabaeva.manar@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8119-3865>

Калиева Салтанат Сагандыковна, PhD, ст. преподаватель, Высшая школа естественных наук, Astana International University, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: saltanat_kalieva@aiu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0003-7223-1203>

Камзе Анар Рашидовна, магистр естественных наук, лектор кафедры Химия и Биотехнологии, Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова, г. Кокшетау, 020000, Республика Казахстан, e-mail: Anar_kz@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9568-397X>

Кенжанова Томирис Манарбековна, магистрант, специальность «Химическая технология органических веществ», Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: tkenzhanova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-9436-2877>

Лапшин Владимир Сергеевич, студент специальности 6B05201 – Экология, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: vovalapsin12@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-6676-1705>

Музапарова Севара Абдусаламовна, магистрант, Медицинский университет Астана, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: sevvaraa@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-2373-0175>

Нурмуханбетова Нургуль Нуркеновна, кандидат химических наук, ассоц. профессор, кафедра Химия и Биотехнологии, Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова, г. Кокшетау, 020000, Республика Казахстан, e-mail: nnurmukhanbetova@shokan.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0595-3535>

Осипова Анастасия Вячеславовна, магистрант, специальность «Экология», Торайғыров университет, Факультет естественных наук, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: aanastasiyaaa@internet.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3947-5252>

Свидерский Александр Константинович, доктор химических наук, профессор, Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: katsostud@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7277-5882>

Сергазина Самал Мубаракновна, кандидат химических наук, ассоц. профессор, кафедра Химия и Биотехнологии, Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова, г. Кокшетау, 020000, Республика Казахстан, e-mail: SSergazina@shokan.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9764-6729>

Сергазинова Зарина Мухтаровна, PhD, ассоц. профессор (доцент), Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: wwwszm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3437-8717>

Сыроватский Максим Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Факультет зоотехнологий и агробизнеса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», г. Москва, 109472, Российская Федерация, e-mail: mSyrovatskiy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2668-6579>

Талтенов Абзал, профессор, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилёва, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: abzal06@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0620-3816>

Топорова Эвита Владимировна, студент, Факультет зоотехнологий и агробизнеса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», г. Москва, 109472, Российская Федерация, e-mail: avitatoporova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-3322-3961>

Тугамбаева Тогжан Бабатаевна, ст. преподаватель, Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: togzhan_1963@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-2226-2361>

Шалабаев Бауржан Алпысбаевич, магистр сельскохозяйственных наук, ст. преподаватель, Факультет Сельскохозяйственных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: baur_-08.87@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4551-0042>

Шериязданова Аружан Бейбутовна, магистрант, специальность «Химическая технология органических веществ», Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: muratovaa_aruzhan@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6578-6513>

Ямалтдинов Богдан Маратович, ведущий инженер, ТОО «КазМунайХим», г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: terokeyam@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9227-6888>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Akpayeva Karlygash, Head of the Department of Pharmaceutical Disciplines of Astana Medical University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: karlygash.manapovna@mail.ru, <https://orcid.org/00000-0001-9753-1315>

Altybayeva Asel Kairbekovna, Master of Agricultural Sciences, Senior Lecturer, Faculty of Agricultural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: assel.altybaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-4627-4975>

Baisalova Galiya, Acting Professor of L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: galya_72@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1338-0308>

Bakibayev Abdigali Abdimanapovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, National Research Tomsk State University, Tomsk, 634050, Russian Federation, e-mail: bakibaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3335-3166>

Baurzhan Alpisbaevich Shalabayev, master of Agricultural Sciences, Senior Lecturer, Faculty of Agricultural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: baur_-08.87@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4551-0042>

Beisembay Aigerim Zhanatqyzy, master of Natural Sciences, Senior Lecturer, Faculty of Agricultural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: aigera9522@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-0148-967X>

Bykov Dmitry Vladimirovich, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Faculty of Zootechnologies and Agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «oscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin, Moscow, 109472, Russian Federation, e-mail: bykovd73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6663-3359>

Ermakova Oksana Anatolyevna, master of Biology, Senior Lecturer, Faculty of Agricultural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: o_ermakova70@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-4494-1437>

Issabayeva Manar Amangeldievna, Candidate of Chemical Sciences, professor, Faculty of Natural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: isabaeva.manar@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8119-3865>

Kaliyeva Saltanat Sagandykovna, PhD, Senior Lecturer, Higher School of Natural Sciences, Astana International University, Astana, 010000, Republic of

Kazakhstan, e-mail: saltanat_kalieva@aiu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0003-7223-1203>

Kamze Anar Rashidovna, Master of Natural Sciences, lecturer of the Department of Chemistry and Biotechnology, Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, 020000, Republic of Kazakhstan, e-mail: Anar_kz@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9568-397X>

Kenzhanova Tomiris Manarbekovna, Master's student in Chemical Technology of Organic Substances, Faculty of Natural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: tkenzhanova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-9436-2877>

Lapshin Vladimir Sergeevich, Student of the specialty 6B05201 – Ecology, Torayghyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: vovalapsin12@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-6676-1705>

Muzaparova Sevara, Master's student of Astana Medical University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: sevvaraa@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-2373-0175>

Nurmukhanbetova Nurgul Nurkenovna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of Chemistry and Biotechnology, Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, 020000, Republic of Kazakhstan, e-mail: nnurmukhanbetova@shokan.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0595-3535>

Osipova Anastasiya Vyacheslavovna, Master's degree student in Ecology, Faculty of Nature Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: aanastasiyaaa@internet.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3947-5252>

Sergazina Samal Mubarakovna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of Chemistry and Biotechnology, Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, 020000, Republic of Kazakhstan, e-mail: SSergazina@shokan.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9764-6729>

Sergazina Zarina Mukhtarovna, PhD, Associate Professor, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: wwwszm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3437-8717>

Sheriyazdanova Aruzhan Beibutovna, master's student in «Chemical technology of organic substances», Faculty of Natural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: muratovaa_aruzhan@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6578-6513>

Sviderskiy Alexandr Konstantinovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Faculty of Natural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: katsostud@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7277-5882>

Syrovatskiy Maxim Victorovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Faculty of Zootechnologies and Agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin», Moscow, 109472, Russian Federation, e-mail: mSyrovatskiy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2668-6579>

Taltenov Abzal, Professor of L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: abzal06@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0620-3816>

Toporova Evita Vladimirovna, Student, Faculty of Zootechnologies and Agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin», Moscow, 109472, Russian Federation, e-mail: avitatoporova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-3322-3961>

Tugambaeva Togzhan Babataevna, Senior lecturer, Faculty of Natural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: togzhan_1963@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-2226-2361>

Yamaltdinov Bogdan Maratovich, Lead Engineer in «QazMunayHim» LLP, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: terokyam@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9227-6888>

Zhaxybayeva Aigerim Galymovna, PhD, Senior Lecturer, Department of Chemistry, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, 010008, Republic of Kazakhstan, e-mail: Zhaxybayeva_ag_1@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1071-3616>

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ
научных журналов НАО «Торайғыров университет»
«Вестник Торайғыров университета»,
«Наука и техника Казахстана»**

Редакционная коллегия просит авторов руководствоваться следующими правилами при подготовке статей для опубликования в журнале.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

* В номер допускается не более одной рукописи от одного автора либо того же автора в составе коллектива соавторов.

* Количество соавторов одной статьи не более 5.

* Степень оригинальности статьи должна составлять не менее 60 % (согласно решению редакционной коллегии).

* Направляемые статьи не должны быть ранее опубликованы, не допускается последующее опубликование в других журналах, в том числе переводы на другие языки.

* Решение о принятии рукописи к опубликованию принимается после проведения процедуры рецензирования.

* Двойное рецензирование (слепое) проводится конфиденциально, автору не сообщается имя рецензента, а рецензенту – имя автора статьи.

* Квитанция об оплате предоставляется после принятия статей к публикации. Стоимость публикации в журнале составляет 7000 (семь тысяч) тенге.

* докторантам НАО «Торайғыров университет» и иностранным авторам (без казахстанских соавторов) публикация в журнале бесплатно.

* Если статья отклонена антиплагиатом или рецензентом статья возвращается автору на доработку. Автор может повторно отправить статью на антиплагиат или рецензирование 1 раз. Ответственность за содержание статьи несет автор.

Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи.

Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

Датой поступления статьи считается дата получения редакцией ее окончательного варианта.

Статьи публикуются по мере поступления. Журнал формируется исходя из количества не более 30 статей в одном номере.

Периодичность издания журналов – 4 раза в год (ежеквартально).

Сроки подачи статьи:

- первый квартал до 01 февраля;
- второй квартал до 01 мая;
- третий квартал до 01 августа;
- четвертый квартал до 01 ноября.

Научный журнал «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» выпускается с периодичностью 4 раза в год в сетевом (электронном) формате в следующие установленные сроки выхода номеров журнала:

- первый номер выпускается до 30 марта текущего года;
- второй номер – до 30 июня;
- третий номер – до 30 сентября;
- четвертый номер – до 30 декабря.

Статью (электронную версию и квитанции об оплате) следует направлять на сайтах:

- <https://vestnik-pedagogic.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-philological.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-energy.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-humanitar.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-cb.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-economic.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-pm.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-law.tou.edu.kz/>
- <https://stk.tou.edu.kz>
- <https://localhistory.tou.edu.kz>

Для подачи статьи на публикацию необходимо пройти регистрацию на сайте.

Автор, который внес наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и обозначается «*».

Авторы из разных учебных заведений указываются цифрами 1,2.

Для осуществления процедуры двойного рецензирования (слепого), авторам необходимо отправлять два варианта статьи: первый – с указанием личных данных, второй – без указания личных данных. При нарушении принципа слепого рецензирования статья не рассматривается.

Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

– В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям, в электронном варианте со всеми материалами в текстовом редакторе «Microsoft Office Word (97, 2000, 2007, 2010) для Windows» (в форматах .doc, .docx, .rtf).

– Общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы должен составлять **не менее 7 и не более 12 страниц печатного текста**. *Поля страниц – 30 мм со всех сторон листа; Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка).*

Структура научной статьи включает название, аннотация, ключевые слова, основные положения, введение, материалы и методы, результаты и обсуждение, заключение, выводы, информацию о финансировании (при наличии), список использованных источников (литературы) к каждой статье, включая романизированный (транслитерированный латинским алфавитом) вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках) *см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.*

Статья должна содержать:

1. МРНТИ (Межгосударственный рубрикатор научной технической информации);

2. DOI – после МРНТИ в верхнем правом углу (присваивается и заполняется редакцией журнала);

3. Инициалы (имя, отчество) **Фамилия** автора (-ов) – на казахском, русском и английском языках (жирным шрифтом, по центру);

Автор, который внес наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и обозначается «*».

Авторы из разных учебных заведений указываются цифрами 1,2.

4. Аффiliation (организация (место работы (учебы)), страна, город) – на казахском, русском и английском языках. Полные данные об аффiliation авторов представляются в конце журнала;

5. Название статьи должно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В название статьи необходимо вложить информативность, привлекательность и уникальность (не более 12 слов, прописными буквами, жирным шрифтом, по центру, на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий);

6. Аннотация – краткая характеристика назначения, содержания, вида, формы и других особенностей статьи. Должна отражать основные и ценные, по мнению автора, этапы, объекты, их признаки и выводы проведенного исследования. Дается на казахском, русском и английском либо немецком языках (рекомендуемый объем аннотации на языке публикации – не менее 150, не более 300 слов, курсив, нежирным шрифтом, кегль – 12 пунктов, абзацный отступ слева и справа 1 см, см. образец);

7. Ключевые слова – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования (оформляются на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий; кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 1 см.). Рекомендуемое количество ключевых слов – 5-8, количество слов внутри ключевой фразы – не более 3. Задаются в порядке их значимости, т.е. самое важное ключевое слово статьи должно быть первым в списке (см. образец);

8. Основной текст статьи излагается в определенной последовательности его частей, включает в себя:

- **Введение** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы. Актуальность темы определяется общим интересом к изученности данного объекта, но отсутствием исчерпывающих ответов на имеющиеся вопросы, она доказывается теоретической или практической значимостью темы.

- **Материалы и методы** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

- **Результаты и обсуждение** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Приводится анализ и обсуждение полученных вами результатов исследования. Приводятся выводы по полученным в ходе исследования результатам, раскрывается основная суть. И это один из самых важных разделов статьи. В нем необходимо провести анализ результатов своей работы и обсуждение соответствующих результатов в сравнении с предыдущими работами, анализами и выводами.

- **Информацию о финансировании (при наличии)** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов).

- **Выводы** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов).

Выводы – обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором, и заключение автора об изменении научного знания с учетом полученных результатов. Выводы не должны быть абстрактными, они должны быть использованы для обобщения результатов исследования в той или иной научной области, с описанием предложений или возможностей дальнейшей работы.

- **Список использованных источников** (жирными буквами, кегль – 14 пунктов, в центре) включает в себя:

Статья и список использованных источников должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.5-98; ГОСТ 7.1-2003 (см. образец).

Очередность источников определяется следующим образом: сначала последовательные ссылки, т.е. источники на которые вы ссылаетесь по очередности в самой статье. Затем дополнительные источники, на которых нет ссылок, т.е. источники, которые не имели место в статье, но рекомендованы вами читателям для ознакомления, как смежные работы, проводимые параллельно. Объем не менее 10, не более чем 20 наименований (ссылки и примечания в статье обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки), преимущественно за последние 10-15 лет.

В случае наличия в списке использованных источников работ на кириллице (на казахском и русском языках), необходимо представить список литературы в двух вариантах: 1) в оригинале (указываются источники на русском, казахском и английском либо немецком языках); 2) романизированный вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках), то есть транслитерация латинским алфавитом. см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Онлайн сервис Транслитерация по ГОСТу – <https://transliteration-online.ru/>

Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Романизированный список литературы должен выглядеть следующим образом: автор(-ы) (транслитерация либо англоязычный вариант при его наличии) → название статьи в транслитерированном варианте → [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках] → название казахоязычного либо русскоязычного источника (транслитерация, либо английское название при его наличии) → выходные данные с обозначениями на английском языке.

Иллюстрации, перечень рисунков и подрисуночные надписи к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

Математические формулы должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (каждая формула – один объект).

На отдельной странице (после статьи)

В электронном варианте приводятся полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, e-mail (номера телефонов для связи редакции с авторами, не публикуются);

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Фамилия Имя Отчество (полностью)		
Должность, ученая степень, звание		
Организация		
Город		
Индекс		
Страна		
E-mail		
Телефон		

ОБРАЗЕЦ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

МРНТИ 14.37.27

DOI xxxxxxxxxxxxxxxx

***С. К. Антикеева**

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ
КОМПЕТЕНЦИЙ СОЦИАЛЬНЫХ РАБОТНИКОВ ЧЕРЕЗ
КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

В данной статье представлена теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, которая разработана в рамках докторской диссертации «Формирование личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации». В статье приводятся педагогические аспекты самого процесса моделирования, перечислены этапы педагогического моделирования. Представлены методологический, процессуальный (технологический) и инструментальный уровни модели, ее цель, мониторинг сформированности искомых компетенций, а также результат. В модели показаны компетентностный, личностно-ориентированный и практико-ориентированный педагогические подходы, закономерности, принципы, условия формирования выбранных компетенций; описаны этапы реализации процесса формирования, уровни сформированности личностных и профессиональных компетенций. В разделе практической подготовки предлагается интерактивная работа в системе слушатель-преподаватель-группа, подразумевающая личное участие каждого специалиста, а также открытие первого в нашей стране Республиканского общественного объединения «Национальный альянс профессиональных социальных работников». Данная модель подразумевает под собой дальнейшее совершенствование и самостоятельное развитие личностных и профессиональных компетенций социальных работников. Это позволяет увидеть в модели эффективность реализации курсов повышения квалификации, формы, методы и средства работы.

Ключевые слова: теоретическая модель, компетенции, повышение квалификации, социальные работники.

Введение

Социальная работа – относительно новая для нашей страны профессия. Поэтому обучение социальных работников на современной стадии не характеризуется наличием достаточно разработанных образовательных стандартов, которые находили бы выражение в формулировке педагогических целей, в содержании, технологиях учебного процесса.

*Продолжение текста публикуемого материала***Материалы и методы**

Теоретический анализ научной психолого-педагогической и специальной литературы по проблеме исследования; анализ законодательных и нормативных документов по открытию общественных объединений; анализ содержания программ курсов повышения квалификации социальных работников; моделирование; анализ и обобщение педагогического опыта; опросные методы (беседа, анкетирование, интервьюирование); наблюдение; анализ продуктов деятельности специалистов; эксперимент, методы математической статистики по обработке экспериментальных данных.

*Продолжение текста публикуемого материала***Результаты и обсуждение**

Чтобы понять объективные закономерности, лежащие в основе процесса формирования и развития личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, необходимо четко представлять себе их модель.

*Продолжение текста публикуемого материала***Выводы**

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации содержит три уровня ее реализации.

*Продолжение текста публикуемого материала***Список использованных источников**

- 1 Дахин, А. Н. Педагогическое моделирование : сущность, эффективность и неопределенность [Текст] // Педагогика. – 2003. – № 4. – С. 22.
- 2 Кузнецова, А. Г. Развитие методологии системного подхода в отечественной педагогике : монография [Текст]. – Хабаровск : Изд-во ХК ИППК ПК, 2001. – 152 с.
- 3 Каропа, Г. Н. Системный подход к экологическому образованию и воспитанию (На материале сельских школ) [Текст]. – Минск, 1994. – 212 с.

- 4 **Штофф, В. А.** Роль моделей в познании [Текст] – Л. : ЛГУ, 1963. – 128 с.
- 5 **Таубаева, Ш.** Методология и методика дидактического исследования : учебное пособие [Текст]. – Алматы : Казак университеті, 2015. – 246 с.
- 6 **Дахин, А. Н.** Моделирование компетентности участников открытого образования [Текст]. – М. : НИИ школьных технологий 2009. – 290 с.
- 7 **Дахин, А. Н.** Моделирование в педагогике [Текст] // Идеи и идеалы. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – С. 11–20.
- 8 **Дахин, А. Н.** Педагогическое моделирование : монография [Текст]. – Новосибирск : Изд-во НИПКиПРО, 2005. – 230 с.
- 9 **Аубакирова, С. Д.** Формирование деонтологической готовности будущих педагогов к работе в условиях инклюзивного образования : дисс. на соиск. степ. д-ра филос. (PhD) по 6D010300 – Педагогика и психология [Текст] – Павлодар, 2017. – 162 с.
- 10 **Арын, Е. М., Пфейфер, Н. Э., Бурдина, Е. И.** Теоретические аспекты профессиональной подготовки педагога XXI века : учеб. пособие [Текст]. – Павлодар : ПГУ им. С. Торайғырова; СПб. : ГАФКиС им. П. Ф. Лесгафта, 2005. – 270 с.

References

- 1 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovanie : suschnost, effektivnost i neopredelennost [Pedagogical modeling : essence, effectiveness, and uncertainty] [Text]. In Pedagogy. – 2003. – № 4. – P. 22.
- 2 **Kuznetsova, A. G.** Razvitie metodologii sistemnogo podhoda v otechestvennoi pedagogike [Development of the system approach methodology in Russian pedagogy : monograph] [Text]. – Khabarovsk : Izd-vo KhK IPPK PK, 2001. – 152 p.
- 3 **Karopa, G. N.** Sistemnyi podhod k ekologicheskomu obrazovaniyu i vospitaniyu (Na materiale selskih shkol) [The systematic approach to environmental education and upbringing (Based on the material of rural schools)] [Text] – Minsk, 1994. – 212 p.
- 4 **Shtoff, V. A.** Rol modelei v poznanii [The role of models in cognition] [Text] – L. : LGU, 1963. – 128 p.
- 5 **Taubayeva, Sh.** Metodologiya i metodika didakticheskogo issledovaniya : uchebnoe posobie [Methodology and methods of educational research : a tutorial] [Text] – Almaty : Kazak University, 2015. – 246 p. c.
- 6 **Dahin, A. N.** Modelirovanie kompetentnosti uchastnikov otkrytogo obrazovaniya [Modeling the competence of open education participants] [Text] – Moscow : NII shkolnyh tehnologii, 2009. – 290 p.

- 7 **Dahin, A. N.** Modelirovanie v pedagogike [Modeling in pedagogy] [Text]. In Idei i idealy. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – P. 11–20.
- 8 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovanie : monographia [Pedagogical modeling : monograph] [Text]. – Novosibirsk : Izd-vo NIPKiPRO, 2005. – 230 p.
- 9 **Aubakirova, S. D.** Formirovaniye deontologicheskoi gotovnosti buduschih pedagogov k rabote v usloviyah inklusivnogo obrazovaniya : dissertatsiya na soiskanie stepeni doctora filosofii (PhD) po specialnosti 6D010300 – Pedagogika i psihologiya. [Formation of deontological readiness of future teachers to work in inclusive education : dissertation for the degree of doctor of philosophy (PhD) in the specialty 6D010300- Pedagogy and psychology] [Text] – Pavlodar, 2017. – 162 p.
- 10 **Aryn, E. M., Pfeifer, N. E., Burdina, E. I.** Teoreticheskie aspekty professionalnoi podgotovki pedagoga XXI veka : ucheb. posobie [Theoretical aspects of professional training of a teacher of the XXI century : textbook] [Text] – Pavlodar : PGU im. S. Toraigrov PSU; St.Petersburg. : GAFKiS im. P. F. Lesgafta, 2005. – 270 p.

С. К. Антикеева

Торайғыров университет,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

БІЛІКТІЛІКТІ АРТТЫРУ КУРСТАРЫ АРҚЫЛЫ ӘЛЕУМЕТТІК ҚЫЗМЕТКЕРЛЕРДІҢ ҚҰЗІРЕТТІЛІКТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ МОДЕЛІ

Бұл мақалада «Әлеуметтік қызметкерлердің біліктілігін арттыру курстары арқылы тұлғалық және кәсіби құзіреттіліктерін қалыптастыру» докторлық диссертация шеңберінде әзірленген біліктілікті арттыру курстары арқылы әлеуметтік қызметкерлердің тұлғалық және кәсіби құзіреттілігін қалыптастырудың теориялық моделі ұсынылған. Мақалада модельдеу процесінің педагогикалық аспектілері, педагогикалық модельдеудің кезеңдері келтірілген. Модельдің әдіснамалық, процессуалдық (технологиялық) және аспаптық деңгейлері, оның мақсаты, қажетті құзыреттердің қалыптасу мониторингі, сондай-ақ нәтижесі ұсынылған. Модельде құзыреттілікке, тұлғаға бағытталған және практикаға бағытталған педагогикалық тәсілдер, таңдалған құзыреттерді қалыптастыру заңдылықтары, қағидаттары, шарттары көрсетілген; қалыптасу процесін іске асыру кезеңдері, жеке және кәсіби құзыреттердің қалыптасу

деңгейлері сипатталған. Практикалық дайындық бөлімінде тыңдаушы-оқытушы-топ жүйесінде интерактивті жұмыс ұсынылады, ол әр маманның жеке қатысуын, сондай-ақ елімізде алғашқы «Кәсіби әлеуметтік қызметкерлердің ұлттық альянсы» Республикалық қоғамдық бірлестігінің ашылуын білдіреді. Бұл модель әлеуметтік қызметкерлердің жеке және кәсіби құзыреттерін одан әрі жетілдіруді және тәуелсіз дамытуды білдіреді. Бұл модельде біліктілікті арттыру курстарын іске асырудың тиімділігін, жұмыс нысандары, әдістері мен құралдарын көруге мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: теориялық модель, құзыреттілік, біліктілікті арттыру, әлеуметтік қызметкерлер.

S. K. Antikeyeva
Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

THEORETICAL MODEL OF FORMATION COMPETENCIES OF SOCIAL WORKERS THROUGH PROFESSIONAL DEVELOPMENT COURSES

This article presents a theoretical model for the formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses, which was developed in the framework of the doctoral dissertation «Formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses». The article presents the pedagogical aspects of the modeling process itself, and lists the stages of pedagogical modeling. The methodological, procedural (technological) and instrumental levels of the model, its purpose, monitoring the formation of the required competencies, as well as the result are presented. The model shows competence-based, personality-oriented and practice-oriented pedagogical approaches, patterns, principles, conditions for the formation of selected competencies; describes the stages of the formation process, the levels of formation of personal and professional competencies. The practical training section offers interactive work in the listener-teacher-group system, which implies the personal participation of each specialist, as well as the opening of the first Republican public Association in our country, the national Alliance of professional social workers. This model implies further improvement and independent development of personal

and professional competencies of social workers. This allows you to see in the model the effectiveness of the implementation of advanced training courses, forms, methods and means of work.

Keywords: theoretical model, competencies, professional development, social workers.

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Антикеева Самал Канатовна «Педагогика және психология» мамандығы бойынша докторант Торайғыров университеті, Гуманитарлық және әлеуметтік ғылымдар факультеті, Павлодар, 140008, Қазақстан Республикасы, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Антикеева Самал Канатовна докторант по специальности «Педагогика и психология», Торайғыров университет, Факультет гуманитарных и социальных наук, Павлодар, 140008, Республика Казахстан, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Samal Kanatovna Antikeyeva doctoral student in «Pedagogy and psychology», Toraighyrov University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00

ПУБЛИКАЦИОННАЯ ЭТИКА
научных журналов НАО «Торайғыров университет»
«Вестник Торайғыров университета»,
«Наука и техника Казахстана», «Краеведение»

Редакционная коллегия научных журналов НАО «Торайғыров университет» «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» и научно-популярного журнала «Краеведение» в своей профессиональной деятельности придерживаются принципов и норм Публикационной этики научных журналов НАО «Торайғыров университет». Публикационная этика разработана в соответствии с международной публикационной этической нормой Комитета по публикационной этике (COPE), этическими принципами публикации журналов Scopus (Elsevier), Кодекса академической честности НАО «Торайғыров университет».

Публикационная этика определяет нормы, принципы и стандарты этического поведения редакторов, рецензентов и авторов, меры по выявлению конфликтов интересов, неэтичного поведения, инструкции по изъятию (ретракции), исправлению и опровержению статьи.

Все участники процесса публикации, соблюдают принципы, нормы и стандарты публикационной этики.

Качество научного журнала обеспечивается исполнением принципов участников процесса публикации: равенства всех авторов, принцип конфиденциальности, однократные публикации, авторства рукописи, принцип оригинальности, принцип подтверждения источников, принцип объективности и своевременности рецензирования.

Права и обязанности членов редакционных коллегий научных журналов НАО «Торайғыров университет» «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» и научно-популярного журнала «Краеведение» определены СО СМК 8.12.3-20 Управление научно-издательской деятельностью.

Права и обязанности рецензентов

Рецензенты научных журналов «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана», научно-популярного журнала «Краеведение», обязаны руководствоваться принципом объективности.

Персональная критика в адрес автора(-ов) рукописи недопустима. Рецензент должен аргументировать свои замечания и обосновывать свое решение о принятии рукописи или о ее отклонении.

Национальность, религиозная принадлежность, политические или иные взгляды автора(-ов) не должны приниматься во внимание и учитываться в процессе рецензирования рукописи рецензентом(-ами).

Экспертная оценка, составленная рецензентом должна способствовать принятию решения редакцией о публикации и помогать автору улучшить рукопись.

Решение о принятии рукописи к публикации, возвращение работы автору на изменение или доработку, либо решение об отклонении от публикации принимается редколлегией опираясь на результаты рецензирования.

Принцип своевременности рецензирования. Рецензент обязан предоставить рецензию в срок, определенный редакцией, но не позднее 2-4 недель с момента получения рукописи на рецензирование. Если рассмотрение статьи и подготовка рецензии в назначенные сроки невозможны, то рецензент должен незамедлительно уведомить об этом научного редактора.

Рецензент, который считает, что его квалификация не соответствует либо недостаточна для принятия решения при рецензировании предоставленной рукописи должен незамедлительно сообщить об этом научному редактору и отказаться от рецензирования рукописи.

Принцип конфиденциальности со стороны рецензента. Рукопись, предоставленная рецензенту на рецензирование должна рассматриваться как конфиденциальный материал. Рецензент имеет право демонстрировать ее и/или обсуждать с другими лицами только после получения письменного разрешения со стороны научного редактора журнала и/или автора(-ов).

Информация и идеи научной работы, полученные в ходе рецензирования и обеспечения публикационного процесса, не должны быть использованы рецензентом(-ами) для получения личной выгоды.

Принцип подтверждения источников. Рецензент должен указать научные работы, которые оказали бы влияние на исследовательские результаты рассматриваемой рукописи, но не были приведены автором(-ами). Также рецензент обязан обратить внимание научного редактора на значительное сходство или совпадение между рассматриваемой рукописью и ранее опубликованной работой, о котором ему известно.

Если у рецензента имеются достаточные основания полагать, что в рукописи содержится плагиат, некорректные заимствования, ложные и сфабрикованные материалы или результаты исследования, то он не должен допустить рукопись к публикации и проинформировать научного редактора журнала о выявленных нарушениях принципов, стандартов и норм публикационной и научной этики.

Права и обязанности авторов

Публикационная этика базируется на соблюдении принципов:

Однократность публикации. Автор(-ы) гарантируют что представленная в редакцию рукопись статьи не была представлена для рассмотрения в другие издания. Представление рукописи одновременно в нескольких журналах/изданиях неприемлемо и является грубым нарушением принципов, стандартов и норм публикационной этики.

Авторство рукописи. Лицо, которое внесло наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и указывается первым в списке авторов.

Для каждой статьи должен быть назначен автор для корреспонденции, который отвечает за подготовку финальной версии статьи, коммуникацию с редколлегией, должен обеспечить включение всех участников исследования (при количестве авторов более одного), внесших в него достаточный вклад, в список авторов, а также получить одобрение окончательной версии рукописи от всех авторов для представления в редакцию для публикации. Все авторы, указанные в рукописи/статье, несут ответственность за содержание работы.

Принцип оригинальности. Автор(-ы) гарантирует, что результаты исследования, изложенные в рукописи, представляют собой оригинальную самостоятельную работу, и не содержат некорректных заимствований и плагиата, которые могут быть выявлены в процессе.

Авторы несут ответственность за публикацию статей с признаками неэтичного поведения, плагиата, самоплагиата, самоцитирования, фальсификации, фабрикации, искажения данных, ложного авторства, дублирования, конфликта интересов и обмана.

Принцип подтверждения источников. Автор(ы) обязуется правильно указывать научные и иные источники, которые он(и) использовал(и) в ходе исследования. В случае использования каких-либо частей чужих работ и/или заимствования утверждений другого автора(-ов) в рукописи должны быть указаны библиографические ссылки с указанием автора(-ов) первоисточника. Информация, полученная из сомнительных источников не должна использоваться при оформлении рукописи.

В случае, если у рецензентов, научного редактора, члена(-ов) редколлегии журнала возникают сомнения подлинности и достоверности результатов исследования, автор(-ы) должны предоставить дополнительные материалы для подтверждения результатов или фактов, приводимых в рукописи.

Исправление ошибок в процессе публикации. В случае выявления ошибок и неточностей в работе на любой стадии публикационного процесса

авторы обязуются в срочном порядке сообщить об этом научному редактору и оказать помощь в устранении или исправлении ошибки для публикации на сайте журнала соответствующей коррекции (Erratum или Corrigendum) с комментариями. В случае обнаружения грубых ошибок, которые невозможно исправить, автор(-ы) должен(-ны) отозвать рукопись/статью.

Принцип соблюдения публикационной этики. Авторы обязаны соблюдать этические нормы, связанные с критикой или замечаниями в отношении исследований, а также в отношении взаимодействия с редакцией по поводу рецензирования и публикации. Несоблюдение этических принципов авторами расценивается как грубое нарушение этики публикаций и дает основание для снятия рукописи с рецензирования и/или публикации.

Конфликт интересов

Конфликт интересов, по определению Комитета по публикационной этике (COPE), это конфликтные ситуации, в которых авторы, рецензенты или члены редколлегии имеют неявные интересы, способные повлиять на их суждения касательно публикуемого материала. Конфликт интересов появляется, когда имеются финансовые, личные или профессиональные условия, которые могут повлиять на научное суждение рецензента и членов редколлегии, и, как результат, на решение редколлегии относительно публикации рукописи.

Главный редактор, член редколлегии и рецензенты должны оповестить о потенциальном конфликте интересов, который может как-то повлиять на решение редакционной коллегии. Члены редколлегии должны отказаться от рассмотрения рукописи, если они состоят в каких-либо конкурентных отношениях, связанных с результатами исследования автора(-ов) рукописи, либо если существует иной конфликт интересов.

При подаче рукописи на рассмотрение в журнал, автор(-ы) заявляет о том, что в содержании рукописи указаны все источники финансирования исследования; также указывают, какие имеются коммерческие, финансовые, личные или профессиональные факторы, которые могли бы создать конфликт интересов в отношении поданной на рассмотрение рукописи. Автор(ы), в письме при наличии конфликта интересов, могут указать ученых, которые, по их мнению, не смогут объективно оценить их рукопись.

Рецензент не должен рассматривать рукописи, которые могут послужить причинами конфликта интересов, проистекающего из конкуренции, сотрудничества или других отношений с кем-либо из авторов, имеющих отношение к рукописи.

В случае наличия конфликта интересов с содержанием рукописи, ответственный секретарь должен известить об этом главного редактора, после чего рукопись передается другому рецензенту.

Существование конфликта интересов между участниками в процессе рассмотрения и рецензирования не значит, что рукопись будет отклонена

Всем заинтересованным лицам необходимо, по мере возможности избегать возникновения конфликта интересов в любых вариациях на всех этапах публикации. В случае возникновения какого-либо конфликта интересов тот, кто обнаружил этот конфликт, должен незамедлительно оповестить об этом редакцию. То же самое касается любых других нарушений принципов, стандартов и норм публикационной и научной этики.

Неэтичное поведение

Неэтичным поведением считаются действия авторов, редакторов или издателя, в случае самостоятельного предоставления рецензии на собственные статьи, в случае договорного и ложного рецензирования, в условиях обращения к агентским услугам для публикации результатов научного исследования, лжеавторства, фальсификации и фабрикация результатов исследования, публикация недостоверных псевдо-научных текстов, передачи рукописи статей в другие издания без разрешения авторов, передачи материалов авторов третьим лицам, условия когда нарушены авторские права и принципы конфиденциальности редакционных процессов, в случае манипуляции с цитированием, плагиатом.

Теруге 16.09.2026 ж. жіберілді. Басуға 30.09.2026 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

2,63 МБ RAM

Шартты баспа табағы 8,22.

Компьютерде беттеген З. С. Исакова

Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4600

Сдано в набор 16.09.2026 г. Подписано в печать 30.09.2026 г.

Электронное издание

2,63 МБ RAM

Усл. п. л. 8,22.

Компьютерная верстка З. С. Исакова

Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4600

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-cb.tou.edu.kz