

Елена Петровна Евлампиева – б.ғ.к., Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, «Химия және экология» кафедрасы; e-mail: elena_semei@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1953-3686>.

Раушан Тлеуғазықызы Динжуманова – х.ғ.к, доцент Семей қаласының Медицина университеті; e-mail: raushan.dinzhumanova@smu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8730-2404>.

Давронбек Жұмазарұлы Бекчанов – х.ғ.д., профессор Мырза Ұлықбек атындағы Өзбекстан ұлттық университеті; e-mail: bekchanovdj@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8065-9651>.

Сведения об авторах

Нуржан Нурлыбекович Нургалиев* – PhD, ст.преподаватель кафедры химии и экологии, Университета имени Шакарима; e-mail: n.nurgaliyev@semgu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1216-7150>.

Асхат Жұмағалиұлы Акимжанов – инженер-механик, Университета имени Шакарима; e-mail: agregataa@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4244-9629>.

Елена Петровна Евлампиева – к.б.н., кафедры химии и экологии, Университета имени Шакарима; e-mail: elena_semei@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1953-3686>.

Раушан Тлеуғазықызы Динжуманова – к.х.н, доцент, Медицинский университет города Семей, e-mail: raushan.dinzhumanova@smu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8730-2404>.

Давронбек Жұмазарұлы Бекчанов – д.х.н., профессор Национального университета Узбекистана имени Мырза Улықбека; e-mail: bekchanovdj@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8065-9651>.

Information about the authors

Nurzhan Nurlybekovich Nurgaliyev* – PhD, Shakarim university, department of «Chemistry and ecology»; e-mail: n.nurgaliyev@semgu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1216-7150>.

Askhat Zhumagaliyevich Akimzhanov – engineer-mechanic, Shakarim university; e-mail: agregataa@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4244-9629>.

Yelena Petrovna Yevlampiyeva – cand.biol.sci., Shakarim university, department of «Chemistry and ecology»; e-mail: elena_semei@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1953-3686>.

Raushan Tleugazykyzy Dinzhumanova – cand.chem.sci, assoc.professor Medical university of Semey; e-mail: raushan.dinzhumanova@smu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8730-2404>.

Davrombek Zhumazaruly Bekchanov – doct.chem.sci., professor National university of Uzbekistan named after Nirzo Ulugbek; e-mail: bekchanovdj@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8065-9651>.

Редакцияға енуі 07.09.2024

Өңдеуден кейін түсуі 13.09.2024

Жариялауға қабылданды 18.09.2024

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3\(15\)-46](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3(15)-46)

MPHTI: 31.27.21



**Л.К. Қажыгелдиева¹, Б.Х. Мусабаева^{1,2*}, А.У. Исаева^{1,3}, А.Н. Сабитова¹,
Б.М. Силыбаева^{1,4}**

¹Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

²Международный университет Астана,
010000, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Кабанбай батыра, 8

³Шымкентский университет,
160031, Республика Казахстан, г. Шымкент, ул. Жибек жолы, 131

⁴Alikhan Bokeikhan University,
071400, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Мәңгілік ел, 11

*e-mail: mussabayevabinur@gmail.com

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ДИКОРАСТУЩЕГО ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЯ *Salicornia europaea* L., ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО ОБЛАСТИ АБАЙ

Аннотация: В статье приведены результаты исследования наземной части растения *Salicornia europaea* L., произрастающего в области Абай. Проведен элементный анализ растительного сырья, определено содержание общего углерода, органического углерода, азота и серы. Получен спиртовой экстракт растительного сырья в аппарате Сокслета. Экстракт отфильтровали и использовали для химического анализа. Качественными реакциями обнаружено

присутствие в экстракте ряда биологически активных веществ, таких как, белки, терпены и стероиды, танины, ксантоны, фенольные соединения, флавоноиды, карбоновые кислоты и каротиноиды. Проведено количественное определение флавоноидов и катехинов в экстракте. Методом спектрофотометрии показано, что содержание флавоноидов в экстракте растения в пересчете на кверцетин равно $0,31 \pm 0,03$ мкг/мл. Методом жидкостной хроматографии определено содержание катехинов в экстракте, что составило $34,01 \pm 3,40$ мкг/мл. Методом FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) определена антиоксидантная активность экстракта. Показано, что с повышением концентрации экстракта от 0,01 до 0,05 мг/мл антиоксидантная активность возрастает. При концентрации экстракта 0,05 мг/мл антиоксидантная активность равна 3,084 мг ААЕ/мл экстракта. Сделано заключение, что растение может служить сырьем для получения космецевтической продукции.

Ключевые слова: галофит, экстракт, биологически активные вещества, антиоксидантная активность, натуральная косметика, космецевтическая продукция.

Введение

В последние годы во всем мире значительно вырос спрос на натуральную косметику на основе растительных экстрактов. Для этих целей в качестве сырья лучше всего подходят лекарственные растения, которые содержат различные биологически активные вещества (БАВ), полезные для здоровья кожи. БАВ могут обладать противовоспалительной, антиоксидантной, солнцезащитной, антибактериальной и противоопухолевой активностью [1]. Спиртовые, водные или масляные экстракты лекарственных растений вводили в состав косметических средств: крема [2], мази [3], геля [4] и др. Тестирование этих средств показало положительное воздействие на кожу.

Часто готовят косметические композиции из растительных экстрактов и других натуральных компонентов. Например, маски для лица получали комбинированием растительного экстракта с пчелиным медом и лимонным соком [5]. Казахстанские ученые разработали ряд композиций, содержащих растительные экстракты, а также соль и илистую грязь озера Джаксы-Клыч близости Аральского моря. Полученные композиции показали противовоспалительную активность и гипоаллергенность [6].

Особый интерес представляет растение *Salicornia europaea* L. (солерос), которое относится к галофитам, содержит значительное количество минеральных солей, по составу близких к морской соли [7]. Наряду с этим солерос содержит разнообразные биологически активные вещества (БАВ), такие как флавоноиды, хромоны, стеролы, лигнаны, сапонины и др. [8]. Эти соединения обладают питательными, противовоспалительными свойствами и ускоряют регенерацию клеток кожи.

В работе [9] в аппарате Сокслета получен масляный экстракт *Salicornia europaea* L. Экстракт содержал значительное количество альфа-токоферола. На основе данного экстракта получен крем для лица, обладающий питательными и солнцезащитными свойствами.

Целью настоящей работы является изучение содержания некоторых биологически активных веществ растения *Salicornia europaea* L., произрастающего в области Абай.

Материалы и методы

Сбор и подготовка сырья к анализу

Растение собрано в области Абай в Калбатауском районе вблизи озера Ақтайлақ в августе 2023 года. Растение было высушено и воздушно-сухое сырье измельчено.

Получение экстракта

Экстракцию проводили в аппарате Сокслета. 20 г измельченного сырья из наземной части растения смешали с 96% этиловым спиртом в соотношении 1:10 и нагревали при 80°C в течение 6 часов. Жидкий экстракт был отфильтрован и проанализирован.

Элементный анализ воздушно-сухого сырья на содержание азота, серы, общего углерода и органического углерода проводили на элементном анализаторе VarioMax (Elementar Analysen systeme GmbH, Германия) с 3-х кратной повторностью анализов.

Качественное определение БАВ в экстракте проводили с помощью качественных реакций [10].

Количественное определение флавоноидов в пересчете на кверцетин проводили спектрофотометрическим методом [11] с 3-х кратной повторностью анализов.

Количественное определение катехинов проводили на жидкостном хроматографе Agilent 1200 с 3-х кратной повторностью анализов [11].

Антиоксидантную активность экстракта определяли на спектрофотометре SPECORD-210 Plus Analytikjena по методу FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), стандартом служит аскорбиновой кислота. Восстанавливающая способность экстракта оценивалась по реакции:



Значение FRAP выражалось в мг-эквиваленте аскорбиновой кислоты на мл экстракта (AAE) [12].

Результаты и обсуждение

Таблица 1 – Данные элементного анализа *Salicornia europaea* L.

Содержание элементов, масс %			
Азот	Сера	Углерод (общий)	Углерод (органический)
2,88±0,25	0,72±0,05	35,42±0,18	35,28±0,65

Из табл. 1 видно, что содержание углерода, в том числе органического углерода в растении значительно ниже, чем в других растениях из-за значительного содержания минеральных солей в *Salicornia europaea* L.

Таблица 2 – Результаты качественного анализа экстракта на БАВ

Компонент	Качественная реакция	Результат*
Терпены и стероиды	Реакция Кобера: 1 мл 5% раствор фенола в серной кислоте	+
Белки	1 мл конц. азотной кислоты, 2 мл 30% NaOH	+
Танины	1% раствор железоммониевых квасцов	++
Ксантоны	1 мл 5% аммиака	++
Кумарины	Лактонная проба: 1-3 мл конц. серной кислоты	-
Фенольные соединения	Реакция Запрометова: 1 мл 1% раствора ванилина и 1 мл 1% серной кислоты	++
Флавоноиды	2 капли 5% хлорида алюминия	+
Карбоновые кислоты	1 мл ферроцианида калия и 1 мл железоммониевых квасцов	+
Каротиноиды	Реакция Карра-Прайса: 2 мл 1% перманганата калия	+

*Обозначения: «+» – положительная реакция, «-» – отрицательная реакция, слабое окрашивание обозначено одним знаком «+», интенсивное окрашивание двумя знаками «++».

Таким образом, с помощью качественных реакций в составе экстракта обнаружены такие виды БАВ, как белки, терпены и стероиды, танины, ксантоны, фенольные соединения, флавоноиды, карбоновые кислоты и каратиноиды.

В табл. 3 приведены результаты количественного определения флавоноидов и катехинов.

Таблица 3 – Результаты количественного определения флавоноидов и катехинов

Объект анализа	Содержание флавоноидов в пересчете на кверцетин, мкг/мл	Содержание катехинов, мкг/мл
Экстракт <i>Salicornia europaea</i> L.	0,31±0,03	34,01±3,40

Как показано в таблице 3, в экстракте растения обнаружено присутствие флавоноидов и катехинов.

Таблица 4 – Результаты определения антиоксидантной активности экстракта *Salicornia europaea* L.

Концентрация экстракта (мг/мл)	Оптическая плотность при $\lambda=711$ нм	АОА (мг ААЕ/мл экстракта)
0,01	0,433	2,884
0,02	0,437	2,912
0,03	0,455	3,032
0,04	0,459	3,060
0,05	0,463	3,084

С повышением концентрации экстракта наблюдается увеличение АОА, при концентрации экстракта 0,05 мг/мл АОА= 3,084 мг ААЕ/мл экстракта.

Выводы

Результаты исследований показали, что в наземной части *Salicornia europaea* L. содержатся биологически активные вещества, что подтверждено качественными реакциями и количественным анализом флавоноидов и катехинов. Показано, что экстракт растения проявляет антиоксидантную активность, при концентрации 0,05 мг/мл, равную 3,084 мг ААЕ/мл экстракта.

Таким образом, можно заключить, что растение *Salicornia europaea* L., произрастающее в области Абай, может стать уникальным сырьем для получения косметической продукции, т.к. содержит биологически активные вещества и минеральную соль.

Список литературы

1. Shubayr N. Phytochemicals properties of herbal extracts for ultraviolet protection and skin health: A narrative review / N. Shubayr // Journal of Radiation Research and Applied Sciences. – 2023. – V. 16:100729. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2023.100729>.
2. Sundar M. Investigating the efficacy of topical application of Ipomoea carnea herbal cream in preventing skin damage induced by UVB radiation in a rat model / M. Sundar, K. Lingakumar // Heliyon. – 2023. – V. 9(9):e19161. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19161>.
3. Evaluation of extracts from Sidaacuta, Phyllanthusamarus, Parkiabiglobosa and their herbal ointment for therapeutic and biological activities / A-M. Donkor et al // Heliyon. – 2023. – V. 9(9):e19316. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19316>.
4. Preparation and evaluation of different herbal gels synthesized from Chinese medicinal plants as an antimicrobial agents / C. Upadhyay et al // Pharmacological Research – Modern Chinese Medicine. – 2023 – V. 9:100313. <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2023.100313>.
5. Попруга О.А. Разработка рецептур и технологии производства маски для лица на основе натуральных растительных компонентов / О.А. Попруга, О.С. Восканян // Материалы Всероссийской научно-практ. конф. «Приоритетные направления современной науки и образования: актуальные вопросы и достижения». г. Чебоксары. – 18.06.2021.
6. Possibilities of Using Medicinal Plant Extracts and Salt-Containing Raw Materials from the Aral Region for Cosmetic Purposes / I. Nowak et al // Molecules. – 2022. – V. 27(16):5122. <https://doi.org/10.3390/molecules27165122>.
7. Temporal Changes in Biochemical Responses to Salt Stress in Three Salicornia Species / H. Homayouni et al // Plants. – 2024. – V. 13: 979. <https://doi.org/10.3390/plants13070979>.
8. Chemical Structure and Biological Activities of Secondary Metabolites from Salicornia europaea L. / S. Kim et al // Molecules. – 2021. – V. 26. – P. 2252. <https://doi.org/10.3390/molecules26082252>.
9. Karan S.I. Use of Glasswort (Salicornia Europaea) Plant as Raw Material in Cosmetics / S.I. Karan, C. Turan, M.K. Sangun // Conference paper: 2nd International Cosmetic Congress «Green Cosmetics». – 2018. – P. 59-61.
10. Музыкакина Р.А. Основы химии природных соединений / Р.А. Музыкакина, Д.Ю. Корулькин, Ж.А. Абилов. – Алматы: Қазақ университеті, 2010. – 564 с.
11. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 240 с.
12. Puji Kurniawati; Ika Rahma Maulida; Muhaimin The determination of antioxidant activity of Brazil-cherry (Eugenia uniflora L.) leaves extract using FRAP method // AIP Conference Proceedings. 1911, 2017. – 020019. <https://doi.org/10.1063/1.5016012>.

References

1. Shubayr N. Phytochemicals properties of herbal extracts for ultraviolet protection and skin health: A narrative review / N. Shubayr // Journal of Radiation Research and Applied Sciences. – 2023. – V. 16:100729. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2023.100729>. (In English).
2. Sundar M. Investigating the efficacy of topical application of Ipomoea carnea herbal cream in preventing skin damage induced by UVB radiation in a rat model / M. Sundar, K. Lingakumar // Heliyon. – 2023. – V. 9(9):e19161. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19161>. (In English).

3. Evaluation of extracts from *Sidaacuta*, *Phyllanthusamarus*, *Parkiabiglobosa* and their herbal ointment for therapeutic and biological activities / A-M. Donkor et al // *Heliyon*. – 2023. – V. 9(9):e19316. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19316>. (In English).
4. Preparation and evaluation of different herbal gels synthesized from Chinese medicinal plants as an antimicrobial agents / S. Upadhyay et al // *Pharmacological Research – Modern Chinese Medicine*. – 2023 – V. 9:100313. <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2023.100313>. (In English).
5. Popruga O.A. Razrabotka retseptur i tekhnologii proizvodstva maski dlya litsa na osnove natural'nykh rastitel'nykh komponentov / O.A. Popruga, O.S. Voskanyan // *Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakt. konf. «Prioritetnye napravleniya sovremennoi nauki i obrazovaniya: aktual'nye voprosy i dostizheniya»*. g. Cheboksary. – 18.06.2021. (In Russian).
6. Possibilities of Using Medicinal Plant Extracts and Salt-Containing Raw Materials from the Aral Region for Cosmetic Purposes / I. Nowak et al // *Molecules*. – 2022. – V. 27(16):5122. <https://doi.org/10.3390/molecules27165122>. (In English).
7. Temporal Changes in Biochemical Responses to Salt Stress in Three *Salicornia* Species / N. Homayouni et al // *Plants*. – 2024. – V. 13: 979. <https://doi.org/10.3390/plants13070979>. (In English).
8. Chemical Structure and Biological Activities of Secondary Metabolites from *Salicornia europaea* L. / S. Kim et al // *Molecules*. – 2021. – V. 26. – P. 2252. <https://doi.org/10.3390/molecules26082252>. (In English).
9. Karan S.I. Use of Glasswort (*Salicornia Europaea*) Plant as Raw Material in Cosmetics / S.I. Karan, C. Turan, M.K. Sangun // *Conference paper: 2nd International Cosmetic Congress «Green Cosmetics»*. – 2018. – P. 59-61. (In English).
10. Muzychkina R.A. Osnovy khimii prirodnikh soedinenii / R.A. Muzychkina, D.YU. Korul'kin, ZH.A. Abilov. – Almaty: Qazaq universiteti, 2010. – 564 s. (In Russian).
11. Rukovodstvo po metodam kontrolya kachestva i bezopasnosti biologicheskii aktivnykh dobavok k pishche. – M.: Federal'nyi tsentr gossanehpindadzora Minzdrava Rossii, 2004. – 240 s. (In Russian).
12. Puji Kurniawati; Ika Rahma Maulida; Muhaimin The determination of antioxidant activity of Brazil-cherry (*Eugenia uniflora* L.) leaves extract using FRAP method // *AIP Conference Proceedings*. 1911, 2017. – 020019. <https://doi.org/10.1063/1.5016012>. (In English).

Информация о финансировании

Работа проведена при финансовой помощи Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, грант АР 23488960 «Разработка технологии получения новой космецевтической продукции на основе отечественного природного сырья».

**Л.К. Қажыгелдиева¹, Б.Х. Мұсабаева^{1,2*}, А.У. Исаева^{1,3}, А.Н. Сабитова¹,
Б.М. Силыбаева^{1,4}**

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к., 20 А

²Астана халықаралық университеті,
010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Қабанбай батыр даңғылы, 8

³Шымкент Университеті
160031, Қазақстан Республикасы, Шымкент қ., Жібек жолы к., 131

⁴Alikhan Bokeikhan University,
071400, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Мәңгілік ел к.,11

*e-mail: mussabayevabinur@gmail.com

АБАЙ ОБЛЫСЫНДА ЖАБАЙЫ ӨСЕТІН *Salicornia Europaea* L. ДӘРІЛІК ӨСІМДІГІНІҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРЫ

*Мақалада Абай облысында өсетін *Salicornia Europaea* L. өсімдігінің жер үсті бөлігін зерттеу нәтижелері келтірілген. Өсімдік шикізатына элементтік анализ жүргізілді, жалпы көміртектің, органикалық көміртектің, азоттың және күкірттің мөлшері анықталды. Сокслет аппаратында өсімдік шикізатының спирттік экстракты алынды. Экстракт фильтрленіп, химиялық анализ үшін қолданылды. Сапалық реакциялар арқылы экстрактта белоктар, терпендер және стероидтар, таниндер, ксантондар, фенолдық қосылыстар, флавоноидтар, карбон қышқылдары және каратиноидтар сияқты бірқатар биологиялық белсенді заттардың бар екені анықталды.*

Экстракттағы флавоноидтар мен катехиндердің мөлшерін анықтау жүргізілді. Спектрофотометрия әдісімен өсімдік экстрактында кверцетинге есептегенде флавоноидтардың мөлшері $0,31 \pm 0,03$ мкг/мл-ге тең екендігі көрсетілген. Сұйықтық хроматография әдісімен экстракттағы катехиндердің мөлшері анықталды, ол $34,01 \pm 3,40$ мкг/мл құрады. FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) әдісімен экстракттың антиоксиданттық белсенділігі анықталды. Экстракт концентрациясының 0,01-ден 0,05 мг / мл-ге дейін артқанда антиоксиданттық белсенділік артады. Экстракттың 0,05 мг / мл концентрациясында антиоксиданттық белсенділік 3,084 мг ААЕ/мл экстракт тең. Зерттелген өсімдік космецевтикалық өнімдерді алу үшін шикізат ретінде қызмет ете алады деген қорытынды жасалды.

Түйін сөздер: галофит, экстракт, биологиялық белсенді заттар, антиоксиданттық белсенділік, табиғи косметика, космецевтикалық өнімдер.

**L.K. Kazhygeldiyeva¹, B.Kh. Mussabayeva^{1,2*}, A.U. Issayeva^{1,3}, A.N. Sabitova¹,
B.M. Silybayeva^{1,4}**

¹Shakarim University of Semey,

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str., 20 A

²Astana International University,

010000, Republic of Kazakhstan, Astana, Kabanbai Batyr Ave., 8

³Shymkent University

160031, Republic of Kazakhstan, Shymkent, Silk Road str., 131

⁴Alikhan Bokeikhan University,

071400, Republic of Kazakhstan, Semey, Mangilik el str., 11

*e-mail: mussabayevabinur@gmail.com

BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF WILD PLANTS MEDICINAL PLANT *Salicornia europaea* L., NATIVE TO THE ABAI REGION

The article presents the results of a study of the nominal part of the *Salicornia europaea* L. population growing in the Republic of Abai. An elemental analysis of plant raw materials was carried out, the content of total carbon, organic carbon, nitrogen and sulfur was determined. An alcoholic extract of vegetable raw materials was obtained in the Soxhlet apparatus. The extract was filtered and used for chemical analysis. Qualitative reactions revealed the presence of a number of biologically active substances in the extract, such as proteins, terpenes and steroids, tannins, xanthenes, phenolic compounds, flavonoids, carboxylic acids and caratinoids. The quantitative determination of flavonoids and catechins in the extract was carried out. The spectrophotometry method showed that the content of flavonoids in the plant extract in terms of quercetin is 0.31 ± 0.03 µg/ml. The content of catechins in the extract was determined by liquid chromatography, which amounted to 34.01 ± 3.40 µg/ml. The FRAP (Iron Reducing Antioxidant Power) method is used as an antioxidant strategy. It has been shown that with an increase in the concentration of the extract from 0.01 to 0.05 mg/ml, the antioxidant activity increases. At an extract concentration of 0.05 mg/ml, the antioxidant activity is 3.084 mg AAE/ml of the extract. It is concluded that the plant can serve as a raw material for production of cosmeceutical products.

Key words: halophyte, extract, biologically active substances, antioxidant activity, natural cosmetics, cosmeceutical products.

Сведения об авторах

Лаура Карлқызы Кажыгелдиева – PhD докторант кафедры «Химия и экология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: lauka_nurik2014@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1031-7234>.

Бинур Хабасовна Мусабаева* – кандидат химических наук, профессор Педагогического института, Международный университет Астана, Республика Казахстан; e-mail: mussabayevabinur@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2209-1209>.

Акмарал Умирбековна Исаева – доктор биологических наук, профессор, директор НИИ экологии и биологии; Шымкентский Университет, Республика Казахстан; e-mail: akmaral.issayeva@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8323-3982>.

Альфира Нуржановна Сабитова – PhD, заведующий кафедрой «Химия и экология»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: alfa-1983@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3360-7998>.

Батияш Мукановна Силыбаева – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Прикладная биология»; Alikhan Bokeikhan University, Республика Казахстан; e-mail: batiyashsilybaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8904-1754>.

Авторлар туралы мәліметтер

Лаура Карлқызы Қажыгелдиева – PhD докторант кафедрасы «Химия және экология» кафедрасының PhD докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: lauka_nurik2014@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1031-7234>.

Бинур Хабасовна Мұсабаева* – химия ғылымдарының кандидаты, Педагогикалық институт профессоры, Астана халықаралық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: mussabayevabinur@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2209-1209>.

Акмарал Умирбековна Исаева – биология ғылымдарының докторы, профессор, Экология және биология ҒЗИ директоры; Шымкент Университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: akmaral.issayeva@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8323-3982>.

Альфира Нұржанқызы Сабитова – PhD, «Химия және экология» кафедрасының меңгерушісі; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: alfa-1983@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3360-7998>.

Батияш Мукановна Силыбаева – биология ғылымдарының кандидаты, «Қолданбалы биология» кафедрасының доценті; Alikhan Bokeikhan University, Қазақстан Республикасы; e-mail: batiyashsilybaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8904-1754>.

Information about the authors

Laura Kazhygeldiyeva – PhD student of the department «Chemistry and ecology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: lauka_nurik2014@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1031-7234>.

Binur Mussabayeva – Candidate of Chemical Sciences, Professor of Pedagogical Institute, Astana International University, Republic of Kazakhstan; e-mail: mussabayevabinur@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2209-1209>.

Akmaral Issayeva – Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of the Research Institute of Ecology and Biology; Shymkent University, Republic of Kazakhstan; e-mail: akmaral.issayeva@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8323-3982>.

Alfira Sabitova – head of the department «Chemistry and ecology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: alfa-1983@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3360-7998>.

Batiyash Silybayeva – Candidate of Biological Sciences, associate professor of the department «Applied Biology»; Alikhan Bokeikhan University, Republic of Kazakhstan; e-mail: batiyashsilybaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8904-1754>.

Поступила в редакцию 09.09.2024

Поступила после доработки 13.09.2024

Принята к публикации 16.09.2024

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3\(15\)-47](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3(15)-47)

MPHTI: 31.25.23



B. Kenzhaliyev¹, T. Ketegenov², K. Kamunur^{2,3}, A. Batkal^{2,3*}, R. Nadirov^{2,3}

¹Satbayev University, Institute of Metallurgy and Ore Beneficiation,
050010, Shevchenko str., 29/133, Almaty, Kazakhstan

²Institute of Combustion Problems,
050012, Bogenbay batyr str., 172, Almaty, Kazakhstan

³Al-Farabi Kazakh National University,
050040, Al-Farabi ave., 71, Almaty, Kazakhstan
e-mail: abatkalova@mail.ru

EFFICIENT COPPER EXTRACTION FROM CHALCOPYRITE USING THE «GLYCOLIC ACID – ETHYLENE GLYCOL – SODIUM LAURYL SULFATE» SYSTEM

Abstract: This research explores a sustainable and efficient method for extracting copper from chalcopyrite, utilizing an innovative leaching system composed of glycolic acid, ethylene glycol, and sodium lauryl sulfate (SLS). The optimal conditions identified were 1,0 M glycolic acid, 20% (v/v) ethylene glycol, 0,8% (w/v) SLS, and a temperature of 75°C, achieving up to 85% copper recovery. Glycolic acid plays a dual role, promoting the breakdown of the chalcopyrite structure and stabilizing copper ions in the solution. SLS improves the leaching efficiency by disrupting the passivating sulfur layer, allowing for better solution penetration. Additionally, ethylene glycol prevents the precipitation of sulfur, further enhancing the process. The