

Получена: 02.02.2024 Принята: 02.02.2024 Опубликовано online: 29.02.2024

УДК:615.32:582.29(574)

DOI 10.53511/PHARMKAZ.2024.12.21.044

Н.Қ.Манасов<sup>1</sup>, У.М.Датхаев<sup>1</sup>, А.А. Кисличенко<sup>2</sup>, И.А. Журавель<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный медицинский университет им. С. Д. Асфендиярова, Алматы, Казахста

<sup>2</sup>Национальный фармацевтический университет, Харьков, Украина

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЛИШАЙНИКОВ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В КАЗАХСТАНЕ

**Резюме.** Методом газовой хроматографии в двух образцах слоевищ пармелии блуждающей *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale, заготовленных в разных местах: в Алматинской местности, перевал Кокпек (поселок Байсеит Образец А), Енбекшиказахский район Алматинской области, возле Иссыкского озера Образец В, а также двух образцах Цетрарии исландской *Cetraria islandica* (L.) Ach заготовленной в Алматинской области, хребет Заилийского Алатау, Большое Алматинское ущелье Образец С, а также Цетрарии исландской *Cetraria islandica* (L.) Ach заготовленной в Карагандинская область, Каркаралинском заповеднике, вблизи озеро Шайтанколь Образец D было идентифицировано по 10 жирных кислот.

Количественно, во всех образцах преобладали ненасыщенные жирные кислоты, содержание которых было в пределах 80.06-91.32 %.

В слоевищах *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale образца В(43.25 %) и *Cetraria islandica* (L.) Ach образца С(48.02 %) и *Cetraria islandica* (L.) Ach образец D (44.33 %) доминировала линолевая кислота. В слоевищах *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale образца А доминировала ненасыщенная олеиновая кислота (52,75 %).

Среди насыщенных жирных кислот во всех исследуемых объектах превалировала пальмитиновая кислота, максимальное содержание которой отмечено в слоевищах *Cetraria islandica* (L.) Ach Образец D – 7.60 %.

Установлено, что слоевища *Cetraria islandica* (L.) Ach имеют стабильный жирнокислотный состав, независимо от места произрастания. Кроме того, исследуемые образцы имели идентичный качественный состав жирных кислот, а их количественное содержание отличалось незначительно. Полученные результаты будут использованы для стандартизации слоевищ *Cetraria islandica* (L.) Ach и *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale, а также при разработке лекарственных средств на их основе.

**Ключевые слова:** Цетрария исландская, *Cetraria islandica* (L.) Ach, пармелия блуждающая, *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale, слоевища, жирные кислоты, газовая хроматография.

Н.Қ. Манасов<sup>1</sup>, У.М. Датхаев<sup>1</sup>, А. А. Кисличенко<sup>2</sup>,  
И.А. Журавель<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санжар Жапарұлы Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>Ұлттық Фармация Университеті, Харьков қ. Украина<sup>2</sup>

### ҚАЗАҚСТАНДА ӨСЕТІН ҚЫНАЛАРДЫҢ МАЙ ҚЫШҚЫЛДЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

**Түйін:** Алматы облысының, Байсеит ауылында, Көкпек асуында (А үлгісі) және Алматы облысының Еңбекшіқазақ ауданы, Есік көлінің жанында (В үлгісі) жиналған пармелия шөбі *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale және Алматы облысындағы, Іле Алатау жотасында, Үлкен Алматы шатқалында (С үлгісі) және Қарағанды облысының Қарқаралы қорығында, Шайтанкөл көлінің жанын-

Nurlen Manassov<sup>1</sup>, Ubaidilla Datkhayev<sup>1</sup>,  
Oleksandra Kyslychenko.<sup>2</sup>, Iryna Zhuravel.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>National Pharmaceutical University, Kharkiv, Ukraine

### RESEARCH OF THE FATTY ACID COMPOSITION OF LICHENS GROWING IN KAZAKHSTAN

**Resumé:** Ten fatty acids were identified in *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale thalli, collected in different places: in the Almaty area, Kokpek pass (Baiseit village, sample A), in Enbekshikazakh district near Issyk Lake (sample B), the *Cetraria islandica* (L.) Ach collected in Almaty region, Zailiyski Alatau mountain ridge, Big Almaty Gorge (sample C), as well as in *Cetraria islandica* (L.) Ach thalli har-

да (D үлгісі) жиналған Цетрария исландская *Cetraria islandica* (L.) Ach қыналарды газды хроматография әдісімен зерттеліп 10 май қышқылы анықталды.

Сандық тұрғыда алғанда, барлық үлгілерде қанықпаған май қышқылдары басым болды, олардың құрамы 80.06-91.32% аралығында болды.

Пармелия шөбінің *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale (B үлгісінде) 43.25%, *Cetraria islandica* (L.) Ach (C үлгісінде) 48.02% және (D үлгісінде) 44.33% линол қышқылы басым болып табылды, ал *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale (A үлгісінде) қанықпаған олеин қышқылы 52,75% басым болды.

Қаныққан май қышқылдарының ішінде барлық зерттелген үлгілерде пальмитин қышқылы басым болып табылды, оның максималды мөлшері *Cetraria islandica* (L.) Ach D үлгісінде – 7,60% болды. Қаныққан май қышқылдарының ішінде барлық зерттелетін нысандарда пальмитин қышқылы басым болды, оның максималды мөлшері *Cetraria islandica* (L.) Ach D үлгісі болды – 7.60%.

*Cetraria islandica* (L.) Ach талломдарының өсу мекеніне қарамастан барлық зерттелген үлгілерінде тұрақты май қышқылы анықталды. Сонымен қатар, зерттелген үлгілерде май қышқылдарының сапалық құрамы бірдей болып олардың сандық құрамы шамамен қатты өзгермеді.

Зерттеу нәтижелері *Cetraria islandica* (L.) Ach және *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale қыналарын стандарттау және болашақта дәрілік заттарды дайындау мақсатымен пайдалануға болады.

Түйінді сөздер: Цетрария исландская, *Cetraria islandica* (L.) Ach, пармелия шөбі, *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale, талломдар, май қышқылдары, газды хроматография

vested in Karagandy region in the Karkaraly Nature Reserve, near Lake Shaitankol (sample D) by the gas chromatography technique. Quantitatively, unsaturated fatty acids prevailed in all samples. Their content was in the range of 80.06-91.32%.

Linoleic acid dominated in *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale thalli in samples B (43.25%), in *Cetraria islandica* (L.) Ach sample C (48.02%) and in *Cetraria islandica* (L.) Ach in sample D (44.33%). In the thalli of sample A, unsaturated oleic acid dominated (52.75%). Palmitic acid prevailed among the saturated fatty acids in all the studied objects, the maximum content of which was detected in *Cetraria islandica* (L.) Ach thalli (sample D) and equaled 7.60%.

It was determined that *Cetraria islandica* (L.) Ach thalli have a stable fatty acid composition, regardless of the place of growth. In addition, the studied samples of *Cetraria islandica* and *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale had an identical qualitative composition of fatty acids, and their quantitative content differed slightly.

The obtained results will be used for *Cetraria islandica* and *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale thalli standardization as well as for working out new plant remedies on their basis.

**Key words:** *Cetraria islandica* (L.) Ach, *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale, thallus, fatty acids, gas chromatography.

## Введение

Одним из приоритетных направлений развития экономики Республики Казахстан является фармацевтическая промышленность. По оценке Всемирной организации здравоохранения, лекарственная безопасность страны обеспечивается при собственном фармацевтическом производстве не менее 30%, тогда как Казахстан планирует к 2025 году довести собственное производство до 50% в натуральном выражении. Также было поручено уделить особое внимание доклиническим и клиническим испытаниям, усилить материально – техническую базу, подготовке квалифицированных кадров и т.д. [1] Полагаем, что исследования отечественного лекарственного сырья также внесут свою лепту в решение проблем импортозамещения. Одним из перспективных направлений в изучении лекарственных растений, которых на территории Казахстана насчитывается около 1400 видов[2] является исследование фитохимического состава лишайников, произрастающих на территории Алматинской области. Лишайники – представляют собой группу уникальных симбиотических организмов. Согласно современной классификации, вид относится не к растениям, Их тело состоит из микобионта (компонент гриба) и фитобионта (компонент водоросли) [3, 4]. Первые описания ли-

шайников, дошедших до наших дней, известны из научного труда древнегреческого естествоиспытателя – Теофраста (между 288 до н.э. и 285 до н.э.) – «История растений», в котором было указано два лишайника – *Usnea* и *Rocella*, которую в те времена использовали для получения красителей. Теофраст предполагал, что они представляют наросты деревьев или водоросли [5]. В настоящее время известно 26 000 лишайников, и каждый год ученые обнаруживают и описывают новые виды [6].

Большинство лишайниковых грибов относятся к семейству аскомицетов. Симбионтами грибов могут быть зеленые (*Chlorophyta* Pascher), желто-зеленые (*Xanthophyta* P.Allorge ex Fritsch,) и бурые (*Phaeophyta* Kjellman) водоросли или цианобактерии или сине-зеленые водоросли (*Cyanobacteria* Cavalier-Smith), в том числе требуксия (*Trebouxia* Puym) [7].

Цетрария исландская (*Cetraria islandica* (L.) Ach.) и пармелия блуждающая *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale по своему систематическому положению относятся к семейству пармелиевые (*Parmeliaceae* Zenker)[4, 8]. Согласно современной классификации, вид *Cetraria islandica* (L.) Ach относится не к растениям, а к лихенизированным грибам (лишайникам) По данным литературы, представители семейства пармелиевые име-

ют уникальный химический состав, представленный лишайниковыми кислотами, полисахаридами, аминокислотами, фенольными, терпеновыми и стероидными соединениями, усниновая кислота, пероксид эргостерола и т.д. В традиционной медицине эти лишайники используют для лечения кашля, инфекционных и воспалительных заболеваний бронхов и легких, желудочно-кишечного тракта, варикозного расширения вен, трофических язв, лихорадки, псориаза, острого колита, туберкулеза, головной и зубной боли. Они известны как эффективное средство для заживления ожогов, применяются как отхаркивающее, жаропонижающее, антидиабетическое, кардиотоническое, спазмолитическое, тонизирующее, иммуностимулирующее, противовирусное, антиоксидантное и диуретическое средство [4,8-14].

Известно, что химический состав, как растений, так и лишайников, зависит от места произрастания и может сильно варьироваться [15].

Целью работы было исследование качественного состава и количественного содержания жирных кислот слоевищ *Cetraria islandica* (L.) Ach и *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale.

Материалы и методы

Для изучения жирнокислотного состава использовали два образца пармелии блуждающей *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale, которые заготавливали в местности Байсеит – образец А (Перевал Кокпек – Алматинская область отроги Заилийского Алатау 180 км от Алматы), возле Иссыкского озера – образец В (Енбекши-казахский район Алматинской области, ущелье Заилийского Алатау 50 км от Алматы) и два образца Цетрарии исландской *Cetraria islandica* (L.) Ach, собранные в Алматинской области хребет Заилийского Алатау, Большое Алматинское ущелье 40 км от Алматы – образец С и в Карагандинской области, Каркаралинском заповеднике, вблизи озеро Шайтанколь – образец D (230 км от города Караганды).

Содержание суммы насыщенных и ненасыщенных жирных кислот определяли методом газовой хроматографии. Липофильные фракции получали путем экстракции гексаном гексаном и дальнейшим метилированием липофильной фракции. Анализ проводили с помощью газовой хроматограммы «Селмихром-1» с пламенно-ионизационным детектором. Стальная хроматографическая колонка была длиной 2,5 м и имела внутренний диаметр 4 мм, наполнялась неподвижной фазой – инертном-N-AW-DMCS, который обрабатывали 10% диэтиленгликольсукцинатом (DEGS) [16, 17]. На хроматографе устанавливали следующие параметры работы: температура термостата колонок – 180 °С, температура испарителя – 230 °С, температура детектора – 220 °С, скорость потока газа носителя (азот, Sigma-Aldrich, США, химически чистый– х.ч) – 30 см<sup>3</sup>/мин., объем пробы 2 мм<sup>3</sup> раствора метиловых эфиров кислот в гексане [9].

Идентификацию метиловых эфиров жирных кислот проводили по времени удерживания пиков в сравнении со стандартами. Расчет состава метиловых эфиров проводили методом внутренней нормализации. Как референтные образцы использовали стандарты насыщенных и ненасыщенных метиловых эфиров жирных кислот фирмы «Sigma-Aldrich». Метиловые эфиры жирных кислот получали по модифицированной методике Пейскера, которая обеспечивала полное метилирование жирных кислот [19]. Для метилирования использовали смесь хлороформа с метанолом и кислотой серной (Sigma-Aldrich, США, химически чистый– х.ч) в соотношении 100: 100: 1. В стеклянные ампулы отмерили 30-50 мкл липофильной фракции, добавляли 2,5 мл метилирующей смеси, ампулы заплавляли. Затем их помещали в термостат с температурой 105 °С на 3 часа. После окончания метилирования ампулы вскрывали, содержание переносили в пробирку, добавляли на кончике скальпеля порошкообразный цинка сульфат (Sigma-Aldrich, США, химиче-



Рисунок 1- Образец А собранный 13.06.2020 г. в Перевал Кокпек Алматинская область отроги Заилийского Алатау 180 км от Алматы



ски чистый– х.ч), приливали 2 мл дистиллированной воды и 2 мл гексана (Sigma-Aldrich, США, химически чистый– х.ч) для экстракции метиловых эфиров. После тщательного перемешивания и отстаивания, гексаново вытяжку фильтровали и использовали для хроматографического анализа [16-18,19].

Результаты и обсуждение

По результатам исследования во всех образцах слоевищ Цетрарии Исландской *Cetraria islandica* (L.) Ach

и пармелии блуждающей *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale идентифицировано по 10 жирных кислот, из которых 5 относится к ненасыщенным жирным кислотам. Газовые хроматограммы жирных кислот слоевищ пармелии блуждающей *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale представлены на рисунках 5-6 соответственно. Хроматограмма жирных кислот слоевищ Цетрарии Исландской *Cetraria islandica* (L.) Ach наведено на рисунках 7-8.



Рисунок 2 - Образец В собранный 1.11.2020 г. возле Иссыкского озера (ущелье Заилийского Алатау 50 км от Алматы)

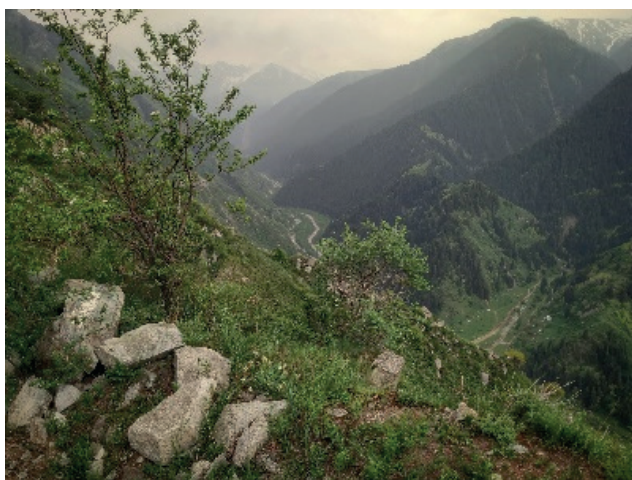


Рисунок 3 - Образец С собранный 12.07.2020 г. собранные в Алматинской области хребет Заилийского Алатау, Большое Алматинское ущелье 40 км от Алматы





Рисунок 4 - Образец D собранный 19.06.2021 г. в Каркаралинском заповеднике, вблизи озеро Шайтанколь

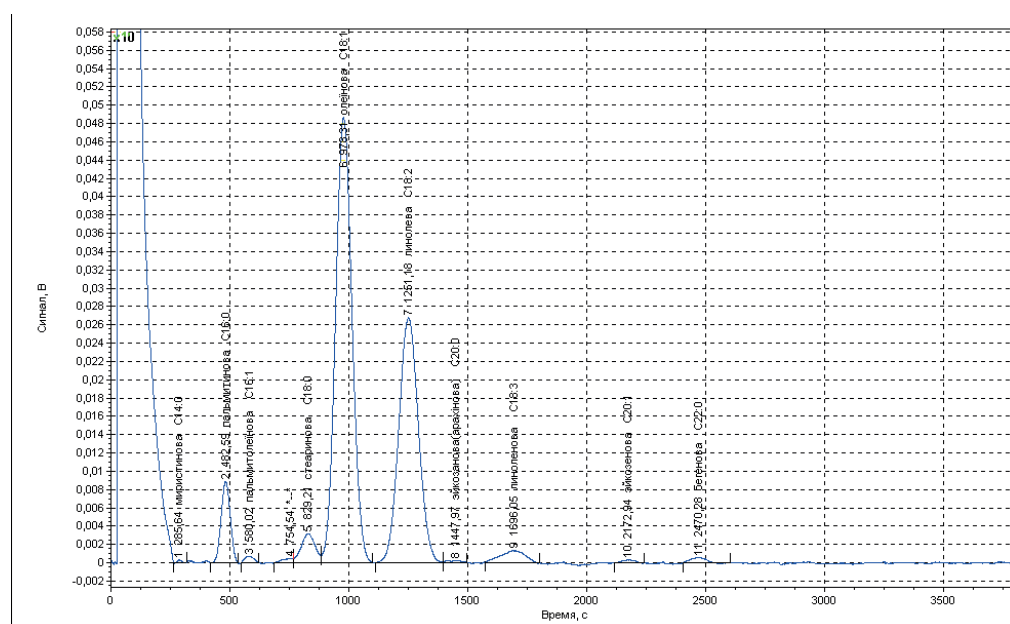


Рисунок 5 - Газовая хроматограмма жирных кислот Xanthoparmelia vagans (Nyl.) Hale (Образец А)

Количественное содержание жирных кислот в слоевищах *Cetraria islandica* (L.) Ach и *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale представлены в таблице 1. Во всех объектах количественно преобладали ненасыщенные жирные кислоты. Содержание этих соединений было в пределах от 80.06 до 91.32 %. Максимальное их содержание было в слоевищах *Cetraria islandica* (L.) Ach образец С. Среди ненасыщенных жирных кислот в исследуемых образцах *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale и *Cetraria islandica* (L.) Ach преобладали олеиновая и линолевая

кислоты. При чем, в слоевищах *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale образец А, больше содержалось олеиновой кислоты – 52.75 %. Линолевой кислоты в этом сырье содержалось в 1,5 раза меньше – 34.47 %. В слоевищах образцов В,С и D доминировала линолевая кислота, содержание которой колебалось от 43.25 до 48.02 %. Максимальное содержание линоленовой кислоты (4.90 %) зафиксировали в слоевищах образца С. Среди насыщенных жирных кислот во всех образцах преобладала пальмитиновая кислота. Ее содержание

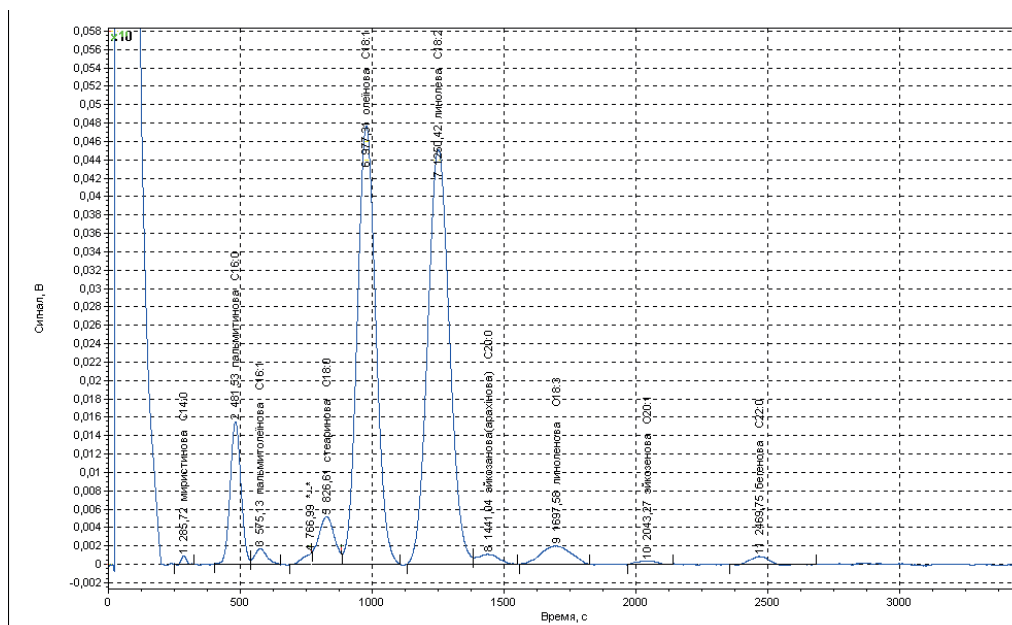


Рисунок 6 - Газовая хроматограмма жирных кислот Xanthoparmelia vagans (Nyl.) Hale (Образец В)

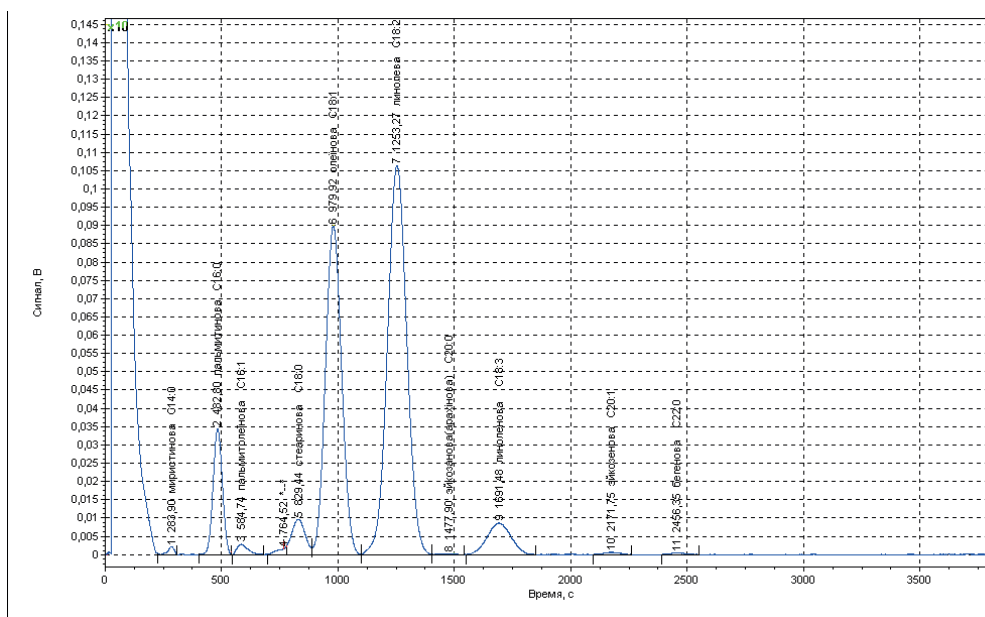


Рисунок 7 -Газовая хроматограмма жирных кислот Cetraria islandica (L.) Ach (Образец С)

было в пределах 4.58-7.60 %.

Примечательно, что максимальное содержание миристиновой (1.61 %), пальмитолеиновой (2.40 %), стеариновой (4.20 %), арахидиновой (3.70 %), гондоиновой (1.24 %) и бегеновой (2.39 %) кислот было в слоевищах образца D.

**Выводы:**

1. Методом газовой хроматографии во всех образцах исследуемого сырья идентифицировано по 10 жирных кислот. Во всех исследуемых образцах преобладали

ненасыщенные жирные кислоты. В слоевищах Xanthoparmelia vagans (Nyl.) Hale образцов В(43.25 %) и Cetraria islandica (L.) Ach C(48.02 %) и образец D (44.33 %) доминировала линолевая кислота. В слоевищах образца В доминировала ненасыщенная олеиновая кислота (52,75 %).

2. По результатам анализа, исследуемые образцы Xanthoparmelia vagans (Nyl.) Hale и Cetraria islandica (L.) Ach имели идентичный качественный состав жирных кислот, а их количественное содержание отличалось незначительно.

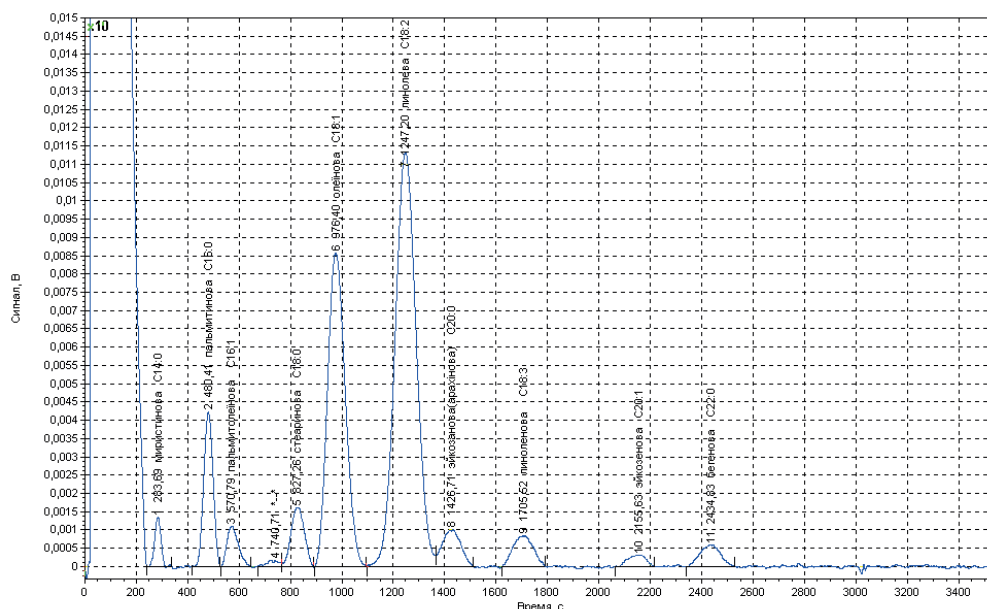


Рисунок 8 - Газовая хроматограмма жирных кислот *Cetraria islandica* (L.) Ach (Образец D)

Таблица 1 - Содержание жирных кислот и исследуемых образцах сырья *Cetraria islandica* (L.) Ach и *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale

Метилловые эстеры жирных кислот	Обозначение жирных кислот	Содержание жирных кислот, %			
		<i>Xanthoparmelia vagans</i> (Nyl.) Hale		<i>Cetraria islandica</i> (L.) Ach	
		Образец А	Образец В	Образец С	Образец D
Миристиновая (тетрадекановая)	C 14:0	0.10	0.22	0.28	1.61
Пальмитиновая (гексадекановая)	C 16:0	5.46	6.85	4.58	7.60
Пальмитолеиновая (гексадеценная)	C 16:1	0.45	0.98	0.72	2.40
Стеариновая (октадекановая)	C 18:0	2.98	3.75	3.22	4.20
Олеиновая (октадеценная)	C 18:1	52.75	38.70	37.46	28.64
Линолевая (октадекадиеновая)	C 18:2	34.47	43.25	48.02	44.33
Линоленовая (октадекатриеновая)	C 18:3	2.28	3.15	4.90	3.45
Арахидиновая (эйкозановая)	C 20:0	0.27	1.29	0.08	3.70
Гондоиновая (эйкозеновая)	C 20:1	0.27	0.58	0.22	1.24
Бегеновая (докозановая)	C 22:0	0.62	0.78	0.20	2.39

3. Установлено, что слоевища *Cetraria islandica* (L.) Ach имеют стабильный жирнокислотный состав, независимо от места произрастания.

4. Полученные результаты дают возможность использо-

вать их для стандартизации сырья цетрарии исландской *Cetraria islandica* (L.) Ach и пармелии блуждающей *Xanthoparmelia vagans* (Nyl.) Hale, а также при разработке лекарственных средств на их основе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Распоряжение Премьер – Министра Республики Казахстан от 6 октября 2020 года № 132-р «Об утверждении Комплексного плана по развитию фармацевтической и медицинской промышленности на 2020-2025 годы»  
 2 Асанов Д., Асанова Ж., Аухинова Н. и др. Завтра было поздно. Экологические риски Казахстана: монография. – Алматы, 2021. – 300 с.:ил. ISBN 978-601-7561-67-3  
 3 Elkhateeb A. Waill \*, Daba M. Ghoson, Sheir Donia, Nguyen The-Duy, Hapuarachchi K. Kalani and Thomas W. Paul, Mysterious World of Lichens: Highlights on Their History, Applications, and Pharmaceutical Potentials, The Natural Products Journal 2021; 11(3). <https://dx.doi.org/10.2174/2210315510666200128123237>  
 4 Макаренко, Е. Э. Лишайники как источник биологически активных веществ / Е. Э. Макаренко, О. В. Шаповалова, О. П. Стрилец // Современные

- достижения фармацевтической технологии и биотехнологии : сб. научн. трудов. – X., 2017. – С.135–137.
- 5 Sachin Singh, Mamta Arya and Shailesh Kumar Vishwakarma. 2019. Advancements in Methods Used for Identification of Lichens. *Int.J.Curr.Microbiol.App. Sci.* 8(08): xx-xx. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.808.xx>
- 6 Kachalkin, A.V., Glushakova, A.M. & Pankratov, T.A. Yeast population of the Kindo Peninsula lichens. *Microbiology* 86, 786–792 (2017). <https://doi.org/10.1134/S0026261717060078>
- 7 Kyslychenko O. A. HPLC determination of phenolic compounds content in *Parmelia sulcata* and *Parmelia vagans* thalli / O. A.Kyslychenko, V. V. Protska, I. O. Zhuravel // *Pharmacia*. – 2019. – № 66 (4). – P. 161-164.
- 8 Stojanović I. Z. Volatile constituents of selected *Parmeliaceae* lichens / I. Z. Stojanović, S. Radulović Niko, L. J. Mitrović Tatjana // *Journal of the Serbian Chemical Society*. – 2011. – № 76 (7). – P. 987– 994.
- 9 Спектрофотометрическое определение биологически активных веществ в слоевище исландского мха (*Cetrariaislandica* (L.) Ach.) / Ахатаева У. А., Омарова Р. А., Саякова Г. М. и др. *Вестник КазНМУ*. – 2018. – №4. – С. 146-150.
- 10 Goyal Parveen Kumar. Pharmacological and phytochemical aspects of lichen *Parmelia perlata*: a review / Goyal Parveen Kumar, Verma Santosh Kumar, Sharma Anil Kumar [et al.] // *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy*. – 2016. – № 7. – P. 102–107
- 11 Nedeljko Manojlovi. Chemical composition of three *Parmelia* lichens and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of some their major metabolites / Nedeljko Manojlovi, Branislav Rankovi, Marijana Kosani // *Phytomedicine*. – 2012. – № 19. – P. 1166–1172.
- 12 Sharma Anil K. Phytochemical investigation of therapeutic important lichen: *Parmelia perlata* / K. M. Sharma, M. P. Dobha // *Journal of Natural Product and Plant Resource*. – 2012. – № 2 (1). – P. 101–106.
- 13 Sneha Paul. An antioxidant and bioactive compound studies of *Parmelia perlata*, *Ganoderma lucidum* and *Phellinus igniarius* – supplementary drug / Sneha Paul, Anita R. J. Singh, Changam Sheela Sasikumar // *Asian Journal of Pharmaceutical Technology & Innovation*. – 2014. – № 02 (07). – P. 13–22.
- 14 Manassov, N.; Samy, M.N.; Datkhayev, U.; Avula, B.; Adams, S.J.; Katragunta, K.; Raman, V.; Khan, I.A.; Ross, S.A. Ultrastructural, Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy, Chemical Study and LC-DAD-QToF Chemical Characterization of *Cetraria islandica* (L.) Ach. *Molecules* 2023, 28, 4493. <https://doi.org/10.3390/molecules28114493>
- 15 Ефремов А. А. Влияние экологических факторов на химический состав некоторых дикорастущих растений Красноярского края / Ефремов А. А., Шаталина Н. В., Стрижева Е. Н., Первышина Г. Г. // *Химия растительного сырья*. – № 3. – 2002. – С. 53-56.
- 16 Dababneh M. F. Analysis of fatty acid composition of rhizomes with roots, leaves and flowers of *Hosta Plantaginea* / M. F. Dababneh, V. V. Protska, I. O. // *Zhuravel. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2016. – № 7 (6). – P. 2251- 2255.
- 17 Kyslychenko O. A. The study of *Daucus carota* subsp. *sativus* fruits fatty acid composition of «Olenka», «Kharkivska Nantska» and «Yaskrava» varieties / O. A. Kyslychenko, V. V. Protska, I. O. Zhuravel, V. V. // *Hutsol Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2018. – № 9 (6). – P. 307-312.
- 18 Бурда Н. Є. Вивчення жирнокислотного складу плодів тіл базидіальних грибів. *Український журнал клінічної та лабораторної медицини*. 2013. Том 8, № 1. С. 256–258.
- 19 Методы биохимических исследований: липидный и энергетический обмен. Под ред. М.И. Прохоровой. Ленинград. 1982; 272 с.

#### REFERENCES

- 1 Order of the Prime Minister of the Republic of the Kazakhstan dated October 6, 2020 № 132-р “On approval of the Comprehensive Plan for the Development of the Pharmaceutical and Medical Industry for 2020-2025”
- 2 Asanov D., Asanova Zh., Aukhinova N. et al. Tomorrow it was late. Environmental risks of Kazakhstan: monograph – Almaty, 2021. – 300 pp.: ill. ISBN 978-601-7561-67-3
- 3 Elkhateeb A. Waill \*, Daba M. Ghoson, Sheir Donia, Nguyen The-Duy, Hapuarachchi K. Kalani and Thomas W. Paul, Mysterious World of Lichens: Highlights on Their History, Applications, and Pharmaceutical Potentials, *The Natural Products Journal* 2021; 11(3). <https://dx.doi.org/10.2174/2210315510666200128123237>
- 4 Makarenko, E. E. Lichens as a source of biologically active substances / E. E. Makarenko, O. V. Shapovalova, O. P. Strilets // *Modern achievements of pharmaceutical technologies and biotechnologies: collection. scientific works – Kh.*, 2017. – pp. 135–137.
- 5 Sachin Singh, Mamta Arya and Shailesh Kumar Vishwakarma. 2019. Advancements in Methods Used for Identification of Lichens. *Int.J.Curr.Microbiol.App. Sci.* 8(08): xx-xx. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.808.xx>
- 6 Kachalkin, A.V., Glushakova, A.M. & Pankratov, T.A. Yeast population of the Kindo Peninsula lichens. *Microbiology* 86, 786–792 (2017). <https://doi.org/10.1134/S0026261717060078>
- 7 Kyslychenko O. A. HPLC determination of phenolic compounds content in *Parmelia sulcata* and *Parmelia vagans* thalli / O. A.Kyslychenko, V. V. Protska, I. O. Zhuravel // *Pharmacia*. – 2019. – № 66 (4). – P. 161-164.
- 8 Stojanović I. Z. Volatile constituents of selected *Parmeliaceae* lichens / I. Z. Stojanović, S. Radulović Niko, L. J. Mitrović Tatjana // *Journal of the Serbian Chemical Society*. – 2011. – № 76 (7). – P. 987– 994.
- 9 Spectrophotometric determination of biologically active substances in the thallus of Icelandic moss (*Cetrariaislandica* (L.) Ach.) / Akhataeva U. A., Omarova R. A., Sayakova G. M. et al. *Bulletin of KazNMU*. – 2018. – No. 4. – pp. 146-150.
- 10 Goyal Parveen Kumar. Pharmacological and phytochemical aspects of lichen *Parmelia perlata*: a review / Goyal Parveen Kumar, Verma Santosh Kumar, Sharma Anil Kumar [et al.] // *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy*. – 2016. – № 7. – P. 102–107
- 11 Nedeljko Manojlovi. Chemical composition of three *Parmelia* lichens and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of some their major metabolites / Nedeljko Manojlovi, Branislav Rankovi, Marijana Kosani // *Phytomedicine*. – 2012. – № 19. – P. 1166–1172.
- 12 Sharma Anil K. Phytochemical investigation of therapeutic important lichen: *Parmelia perlata* / K. M. Sharma, M. P. Dobha // *Journal of Natural Product and Plant Resource*. – 2012. – № 2 (1). – P. 101–106.
- 13 Sneha Paul. An antioxidant and bioactive compound studies of *Parmelia perlata*, *Ganoderma lucidum* and *Phellinus igniarius* – supplementary drug / Sneha Paul, Anita R. J. Singh, Changam Sheela Sasikumar // *Asian Journal of Pharmaceutical Technology & Innovation*. – 2014. – № 02 (07). – P. 13–22.
- 14 Manassov, N.; Samy, M.N.; Datkhayev, U.; Avula, B.; Adams, S.J.; Katragunta, K.; Raman, V.; Khan, I.A.; Ross, S.A. Ultrastructural, Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy, Chemical Study and LC-DAD-QToF Chemical Characterization of *Cetraria islandica* (L.) Ach. *Molecules* 2023, 28, 4493. <https://doi.org/10.3390/molecules28114493>
- 15 Ефремов А. А. Influence of environmental factors on the chemical composition of some wild plants of the Krasnoyarsk Territory / Ефремов А. А., Шаталина Н. В., Стрижева Е. Н., Первышина Г. Г. // *Chemistry of plant raw materials*. – No. 3. – 2002. – P. 53-56.
- 16 Dababneh M. F. Analysis of fatty acid composition of rhizomes with roots, leaves and flowers of *Hosta Plantaginea* / M. F. Dababneh, V. V. Protska, I. O. // *Zhuravel. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2016. – № 7 (6). – P. 2251- 2255.
- 17 Kyslychenko O. A. The study of *Daucus carota* subsp. *sativus* fruits fatty acid composition of «Olenka», «Kharkivska Nantska» and «Yaskrava» varieties / O. A. Kyslychenko, V. V. Protska, I. O. Zhuravel, V. V. // *Hutsol Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2018. – № 9 (6). – P. 307-312.
- 18 Burda N.E. Study of the fatty acid composition of fruiting bodies basidial fungi. *Ukrainian journal of clinical and laboratory of medicine* 2013. Volume 8, No. 1. P. 256–258.
- 19 Biochemical research methods: lipid and energy metabolism. Ed. WE. Prokhorova. Leningrad. 1982; 272 c.



**Вклад авторов.** Все авторы принимали равное участие при написании данной статьи.

**Конфликт интересов** – не заявлен.

Данный материал не был заявлен ранее, для публикации в других изданиях и не находится на рассмотрении другими издательствами. При проведении данной работы не было финансирования сторонними организациями и медицинскими представительствами. Финансирование – не проводилось.

**Авторлардың үлесі.** Барлық авторлар осы мақаланы жазуға тең дәрежеде қатысты.

**Мүдделер қақтығысы** – мәлімделген жоқ.

Бұл материал басқа басылымдарда жариялау үшін бұрын мәлімделмеген және басқа басылымдардың қарауына ұсынылмаған. Осы жұмысты жүргізу кезінде сыртқы ұйымдар мен медициналық өкілдіктердің қаржыландыруы жасалған жоқ. Қаржыландыру жүргізілмеді.

**Authors' Contributions.** All authors participated equally in the writing of this article.

**No conflicts of interest** have been declared.

This material has not been previously submitted for publication in other publications and is not under consideration by other publishers. There was no third-party funding or medical representation in the conduct of this work. Funding - no funding was provided.

*Сведения об авторах*

- 1) **Манасов Нурлен Қыдырбайұлы**, докторант, ассистент Кафедры организации, управления и экономики фармации и клинической фармации КазНМУ им. С.Д. Асфендиярова, г. Алматы, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8622-204X>, e-mail: [nura134@mail.ru](mailto:nura134@mail.ru), номер: +77071193438
- 2) **Датхаев Убайдилла Махамбетович**, профессор, д.фарм.н., проректор по корпоративному развитию КазНМУ им. С.Д. Асфендиярова, г. Алматы, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2322-220X>, e-mail: [u.datkhayev@kaznmu.kz](mailto:u.datkhayev@kaznmu.kz), номер: +77015311268
- 3) **Александра Кисличенко**, доктор фармацевтических наук, ассоциированный профессор (доцент) кафедры фармакогнозии Национального фармацевтического университета, Харьков, Украина, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1579-1234>, e-mail: [Aleksandra.Kyslychenko@gmail.com](mailto:Aleksandra.Kyslychenko@gmail.com), number +380675717600
- 4) **Ирина Журавель**, доктор фармацевтических наук, профессор, Национальный фармацевтический университет, кафедра фармакогнозии и нутрициологии, Харьков, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8092-733X>, e-mail: [iryna.zhuravel20@gmail.com](mailto:iryna.zhuravel20@gmail.com), number +380509357977

*Авторлар туралы мәліметтер*

- 1) **Манасов Нурлен Қыдырбайұлы**, докторант, С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университетінің Фармация ұйымдастырылуы, басқарылуы және экономикасы және клиникалық фармация кафедрасының ассистенті, Алматы, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8622-204X>, e-mail: [nura134@mail.ru](mailto:nura134@mail.ru), нөмірі: +77071193438
- 2) **Датхаев Убайдилла Махамбетович**, фармацевтика ғылымдарының докторы, профессор, С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университетінің корпоративтік даму бойынша проректор, Алматы, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2322-220X>, e-mail: [u.datkhayev@kaznmu.kz](mailto:u.datkhayev@kaznmu.kz), нөмірі: +77015311268
- 3) **Александра Кисличенко**, фармацевтика ғылымдарының докторы, фармакогнозия кафедрасының қауымдастырылған профессоры (доцент) Ұлттық фармацевтикалық университеті, Харьков, Украина, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1579-124>, e-mail: [Aleksandra.Kyslychenko@gmail.com](mailto:Aleksandra.Kyslychenko@gmail.com), нөмірі +380675717600
- 4) **Ирина Журавель**, фармацевтика ғылымдарының докторы, профессор, фармакогнозия және тағамтану кафедрасы, Ұлттық фармацевтикалық университеті, Харьков, Украина, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8092-733X>, e-mail: [iryna.zhuravel20@gmail.com](mailto:iryna.zhuravel20@gmail.com), нөмірі +380509357977

*Information about the authors*

- 1) **Nurlen Manassov**, doctoral student, Asfendiyarov Kazakh national medical University, Organization and management and economics of pharmacy and clinical pharmacy, department's assistant, Almaty, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8622-204X>, e-mail: [nura134@mail.ru](mailto:nura134@mail.ru), number: +77071193438
- 2) **Datkhayev Ubaidilla Makhambetovich**, doctor of Pharmaceutical sciences, Professor, vice-rector for corporate development, Asfendiyarov Kazakh national medical University, Almaty, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2322-220X>, e-mail: [u.datkhayev@kaznmu.kz](mailto:u.datkhayev@kaznmu.kz), number: +77015311268
- 3) **Oleksandra Kyslychenko**, doctor of pharmaceutical sciences, assistant professor (docent), Pharmacognosy Department, National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1579-1234>, e-mail: [Aleksandra.Kyslychenko@gmail.com](mailto:Aleksandra.Kyslychenko@gmail.com), number +380675717600
- 4) **Iryna Zhuravel**, doctor of pharmaceutical sciences, professor, National University of Pharmacy, Department of Pharmacognosy and Nutritiology, Kharkiv, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8092-733X>, e-mail: [iryna.zhuravel20@gmail.com](mailto:iryna.zhuravel20@gmail.com), number +380509357977