ЛИПИДНЫЙ СОСТАВ ЛИШАЙНИКА XANTHORIA ELEGANS

Курбанова Мафтуна Темурбек кизи.
Докторант Ферганского государственного университета
E-mail: *maftunaermatova0208@gmail.com +998908446061*
Жалолов Икбол Жамолович
Д.х.н., доцент Ферганского государственного университета

Abstract. Lipid extract was obtained from *Xanthoria elegans* lichen, which was fractionated and analyzed. The extract was washed with hexane, chloroform, and methanol, resulting in three main fractions. Fraction A contained palmitic acid, fraction B contained oleic acid, and fraction C contained linoleic and linolenic acids. Each compound was identified through spectral analysis and solubility methods. This study is significant for understanding the lipid composition of lichens and their role in adapting to environmental conditions, as well as highlighting potential applications in biological activity and the pharmaceutical industry.

Keywords: *Xanthoria elegans*, *Dermatocarpon miniatum*, palmitic acid, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid.

Аннотация. Липидный экстракт был получен из лишайника *Xanthoria elegans*, который был фракционирован и проанализирован. Экстракт был промыт гексаном, хлороформом и метанолом, что привело к выделению трех основных фракций. Фракция А содержала пальмитиновую кислоту, фракция В — олеиновую кислоту, а фракция С — линолевую и линоленовую кислоты. Каждое соединение было идентифицировано с помощью спектрального анализа и методов растворимости. Это исследование важно для понимания липидного состава лишайников и их роли в адаптации к условиям окружающей среды, а также для выявления возможных применений в биологической активности и фармацевтической промышленности.

Ключевые слова: *Xanthoria elegans*, *Dermatocarpon miniatum*, пальмитиновая, олеиновая, линолевая и линоленовая кислота.

ВВЕДЕНИЕ

Лишайники представляют собой симбиотические организмы, состоящие из гриба (микобионта) и фотосинтезирующего партнера (фотобионта), которым может быть водоросль или цианобактерия. На сегодняшний день учёным известно более тысячи первичных и вторичных метаболитов, обнаруженных у лишайников [1]. Большинство из этих соединений являются уникальными для лишайников, и лишь немногие из них встречаются у других

ISSN 3030-3907

грибов или высших растений [2]. Метаболиты лишайников проявляют широкий спектр биологической активности, включая антибиотические, обезболивающие, противовирусные, противовоспалительные, жаропонижающие, антипролиферативные и цитотоксические свойства [3]. В связи с этим исследование различных аспектов биохимии лишайников, в частности анализ их химического состава, приобретает всё большую значимость[4].

Анализ современных научных источников показал, что значительное количество исследований посвящено изучению антиоксидантной и антимикробной активности веществ [5-6], изменению химического состава лишайников в зависимости от типа субстрата, на котором они обитают [7] и на жирнокислотного состава лишайников [8-10]. Таким образом, спектр вопросов, связанных с химией лишайников, достаточно широк[11].

Липидные соединения играют важную роль в обеспечении устойчивости этих организмов к неблагоприятным условиям окружающей среды[12]. Среди разнообразных липидных компонентов особое значение имеют жирные кислоты, включая пальмитиновую, олеиновую, линолевую и линоленовую кислоты[13]. Лишайники, такие как *D. miniatum* и *X. elegans*, демонстрируют удивительную адаптацию к экстремальным условиям благодаря своим липидам, включая жирные кислоты. *D. miniatum* полагается на способность пассивно впитывать влагу из воздуха (гигроскопичность), что особенно важно при длительных засушливых периодах[14]. Жирные кислоты здесь формируют защитные барьеры, уменьшая потерю воды. А *X. elegans* встречается в условиях сильных перепадов температуры, интенсивного солнечного излучения и низкой влажности[15]. Его липидный состав включает больше насыщенных и мононенасыщенных кислот, чтобы поддерживать устойчивость мембран[16]. Интересно, что у этих двух видов эволюционно выработались разные стратегии выживания, но в основе обеих лежит оптимизация липидного состава мембран[17,18].

Целю нашего исследования является всестороннее выявление и количественный анализ жирных кислот, присутствующих в *X. elegans*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Лишайник X. elegans (750 г) собранный из горных районах Узбекистана, в июле 2023 года, был очищен от загрязнений. Образец высушивали при температуре не выше 40–50 °C и измельчали до порошкообразного состояния. Для экстракции липидов измельченный материал помещали в аппарат

ISSN 3030-3907

Сокслета и экстрагировали в течение 6–8 часов смесью органических растворителей (гексан, хлороформ).

Полученный экстракт упаривали под вакуумом для полного удаления растворителя. В результате из лишайника *Xanthroia elegans* было получено 1 г экстракта. Полученный экстракт промыли с помощью гексана, хлороформа и метанола поочередно. Полученную гексановую фракцию (76 мг) элюировали (по 15 мл) на колонке Sephadex LH-20 (100x5 см) с использованием метанола (со скоростью потока 1 мл/мин), что привело к разделению трех основных субфракций (A, B, C). Полученные фракции анализировали в УФ-видимом диапазоне (УФ-210 нм) на пластине силикагеля с использованием системы гексан-метанол (50:1). Согласно полученному результату:

1) Фракцию А растворили в бензоле и разделили на 2 части (А1 и А2). Часть, растворенная в бензоле (А2), высушили и растворили в воде, образовалось 6 мг белых кристаллов;

2) Фракция В оказалась состоящей из чистого вещества (8,8 мг);

3) Фракцию С с помощью хроматографии на колонке Sephadex (30 см х 7,8 мм) с использованием системы гексан-метанол (50:1) при скорости потока 2 мл/мин разделили на 2 соединения С1 (6,1 мг) и С2 (6,8 мг).

	Агрегатное состояние	Цвет	Тпл, °С	Растворимость
А2	Твёрдое вещество	Белое кристаллическое	62–63	Нерастворима в воде, растворима в эфире, хлороформе, бензоле
В	Вязкая жидкость	Бесцветная/светло-жёлтая	13–14	Нерастворима в воде, растворима в этаноле, эфире, хлороформе
С1	Жидкость	Бесцветная/светло-жёлтая	-5	Нерастворима в воде, растворима в органических растворителях
С2	Жидкость	Светло-жёлтая/бесцветная	-11	Нерастворима в воде, растворима в органических растворителях

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

ISSN 3030-3907

Экстракция липидов из лишайника *Xanthoria elegans*, собранного в горных районах Узбекистана, позволила получить 1 г экстракта, который был подвергнут фракционированию и дальнейшему анализу. Промывка экстракта с помощью гексана, хлороформа и метанола привела к выделению гексановой фракции с массой 76 мг (7,6%), которая была разделена методом колоночной хроматографии на Sephadex LH-20 на три основные субфракции (A, B, C). Дальнейший анализ методом ТСХ (тонкослойной хроматографии) с использованием системы растворителей гексан-метанол (50:1) позволил идентифицировать состав выделенных соединений.

Фракция А была растворена в бензоле и разделена на две части (A1 и A2). После испарения растворителя и повторного растворения в воде фракции A2 были выделены белые кристаллы (6 мг) с температурой плавления 62–63 °C. Данные спектрального анализа и растворимость в органических растворителях позволили идентифицировать соединение как пальмитиновую кислоту.

Фракция В, представленная вязкой жидкостью светло-желтого цвета с температурой плавления 13–14 °C, была идентифицирована как олеиновая кислота. Это подтверждается ее растворимостью в этаноле, эфире и хлороформе, а также соответствием физико-химических характеристик литературным данным.

Фракция С была дополнительно разделена на две подфракции (C1 и C2) методом хроматографии на колонке Sephadex (30 см x 7,8 мм) с использованием системы гексан-метанол (50:1). В результате были выделены два соединения: C1 (6,1 мг) и C2 (6,8 мг). Обе подфракции представляли собой бесцветные или светло-желтые жидкости с низкими температурами плавления (-5 °C и -11 °C соответственно). На основании спектрального анализа и растворимости C1 была идентифицирована как линолевая кислота, а C2 – как линоленовая кислота.

Результаты анализа позволяют количественно определить содержание жирных кислот в липидном составе лишайников и оценить их роль в адаптации к условиям окружающей среды. Обнаруженные соединения представляют интерес в контексте их биологической активности и возможного использования в фармацевтической промышленности.

ВЫВОД

В ходе исследования было установлено, что липидная фракция лишайника *Xanthoria elegans* включает в себя важные биологически активные

ISSN 3030-3907

соединения: пальмитиновую, олеиновую, линолевую и линоленовую кислоты. Данные кислоты обладают потенциальной биологической активностью и могут найти применение в фармакологии и медицине. Полученные результаты создают основу для дальнейших исследований, направленных на изучение биологических свойств и возможных путей использования выделенных соединений.

Литература (References)

1. Shukla V., Joshi G., Rawat M. Lichens as a potential natural source of bioactive compounds. Phytochemistry reviews, 2010. Vol. 9, No.

2. P. 303–314. 2. Elix J., Stocker-Wörgötter E. Biochemistry and secondary metabolites. In T.H. Nash III. Lichen biology. 2nd ed. Cambridge: Univ. Press, 2008. P. 104–133.

3. Huneck S. The significance of lichens and their metabolites. Naturwissenschaften, 1999. Vol. 86. No. 12. P. 559–570.

4. Manojlović N., Solujić S., Sukdolak S. Antimicrobial activity of extract and anthraquinones from Caloplaca schaereri. Lichenologist, 2002. Vol. 34, No. 1. P. 83–85.

5. Manojlović N., Vasiljević P., Jusković M., Najman S., Janković S., Milenković-Andjelković A. HPLC analysis and cytotoxic potential of extracts from the lichen Thamnolia vermicularis var. 22 БОТАНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК СЕВЕРНОГО КАВКАЗА subuliformis. Journal of Medicinal Plants Research, 2010. Vol. 4. P. 817–823.

6. Türk A., Yılmaz M., Kıvanç M., Türk H. The antimicrobial activity of extracts of the lichen Cetraria aculeata and its protolichesterinic acid constituent. Zeitschrift für Naturforschung, Section C – Journal of Biosciences, 2003. Vol. 58, No. 11–12. P. 850–854.

7. Tay T., Türk A., Yılmaz M., Türk H., Kıvanç M. Evaluation of the antimicrobial activity of the acetone extract of the lichen Ramalina farinacea and its (+)-usnic acid, norstictic acid, and pro tocetraric acid constituents. Zeitschrift für Naturforschung, Section C – Journal of Biosciences, 2004. Vol. 59, No. 5–6. P. 384–388.

8. Gulluce M., Aslan A., Sokmen M., Sahin F., Adiguzel A., Agar G., Sokmen A. Screening the an tioxidant and antimicrobial properties of the lichens Parmelia saxatilis, Platismatia glauca, Ramalina pollinaria, Ramalina polymorpha and Umbilicaria nylanderiana. Phytomedicine, 2006. Vol. 13, No. 7. P. 515–521.

ISSN 3030-3907

9. Ranković B., Mišić M., Sukdolak S. Evaluation of antimicrobial activity of the lichens Lasallia pustulata, Parmelia sulcata, Umbilicaria crustulosa and Umbilicaria cylindrica. Microbiology, 2007. Vol. 76, No. 6. P. 723–727.

10. Manojlović N., Vasiljević P., Masković P., Jusković M., Bogdanović-Dusanović G. 2012. Chem ical composition, antioxidant and antimicrobial activities of lichen Umbilicaria cylindrica (L.) Delise (Umbilicariaceae). Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2012. Vol. 2012. Article ID 452431. P. 8.

11. Kosanić M., Ranković B., Stanojković T., Rančić A., Manojlović N. Cladonia lichens and their major metabolites as possible natural antioxidant, antimicrobial and anticancer agents. LWT – Food Science and Technology, 2014. Vol. 59, No. 1. P. 518–525.

12. Temina M., Levitsky D., Dembitsky V. Chemical constituents of the epiphytic and lithophilic li chens of the genus Collema. Record of Natural Products, 2010. Vol. 4, No. 1. P. 79–86.

13. Dembitsky V., Rezanka T., Bychek I., Shustov M. Identification of fatty acids from Cladonia li chens. Phytochemistry, 1991. Vol. 30, No. 12. P. 4015–4018.

14. Dembitsky V., Rezanka T., Bychek I. 1992. Fatty acid composition of Parmelia lichens. Phyto chemistry, 1992. Vol. 31, No. 3. P. 841–843.

15. Dembitsky V. Lipids of lichens. Progress in Lipid Research, 1992. Vol. 31, No. 4. P. 373–397.

16. Brovko O.S., Palamarchuk I.A., Sloboda A.A., Boytsova T.A., Gagushkina A.A., Valchuk N.A. The influence of stress factors on the chemical composition of lichens genus Cladonia of Euro arctic region. Uspechi Sovrem. Estestv. Khimich. Nauki. 2016. P. 20–24 (In Russian). Бровко О.С., Паламарчук И.А., Слобода А.А., Бойцова Т.А., Гагушкина А.А., Вальчук Н.А. Влия ние стрессовых воздействий на компонентный состав лишайников рода Cladonia Евро арктического региона // Успехи современного естествознания. Химические науки. 2016. № 8. С. 20–24.

17. Stojanović I., Radulović N., Mitrović T., Stamenković S., Stojanović G. Volatile constituents of selected Parmeliaceae lichens. Journal of the Serbian Chemical Society, 2011. Vol. 76, No. 7. P. 987–994.

18. Buss A., Butler M. Natural product chemistry for drug discovery. Cambridge: Royal Society of Chemistry. 2010. 440 p.

ISSN 3030-3907

ISSN 3030-3907