

SECTION: BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

DOI 10.70286/ISU-24.12.2025.002

ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В ЭКСТРАКТЕ BERBERIS HETEROPODA И ИХ ГЕРОПРОТЕКТОРНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

Кыдырбаева Асем

PhD докторант

Кафедра биофизики, биомедицины и нейронауки

Шалахметова Тамара

доктор биологических наук, профессор

Кафедра зоологии, гистологии и цитологии

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан

Традиционные лекарственные растения в последние годы рассматриваются как перспективные источники биологически активных соединений для профилактики и терапии хронических и возраст-ассоциированных заболеваний. По данным Всемирной организации здравоохранения, около двух третей населения мира используют лекарственные растения благодаря их доступности, безопасности и эффективности. Старение сопровождается накоплением окислительного стресса и нарушением метаболических процессов, что обуславливает актуальность поиска природных соединений с антиоксидантными и геропротекторными свойствами. В данной работе представлены результаты фитохимического анализа экстракта плодов *Berberis heteropoda*, полученного методом ультразвуковой экстракции 50% этанолом. Методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием идентифицировано 42 органических соединения. Основными компонентами экстракта являлись глицерин и 5-гидроксиметилфурфурол. 5-Гидроксиметилфурфурол обладает выраженной антиоксидантной и цитопротекторной активностью, снижая уровень окислительного стресса посредством нейтрализации активных форм кислорода. Его способность поддерживать клеточный гомеостаз и защищать клетки от ROS-индуцированных повреждений позволяет рассматривать данное соединение как перспективный природный компонент с геропротекторным потенциалом. Полученные результаты подтверждают перспективность *Berberis heteropoda* как источника природных геропротекторных соединений [1-5].

Экстракт *Berberis heteropoda* получали из высушенных плодов методом ультразвуковой экстракции с использованием 50% этанола. Для подготовки образца 10 г измельченного растительного сырья просеивали через сито с диаметром отверстий 1 мм и помещали в колбу объемом 100 мл, после чего

добавляли 50 мл этанола. Экстракцию проводили в течение 60 минут, затем экстракт фильтровали и отбирали аликвоту объемом 2 мл для последующего анализа.

Газохроматографический анализ с масс-спектрометрическим детектированием (GC-MS) проводили на системе Agilent 7890A/5975C с использованием капиллярной колонки DB-WaxEtr (30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм). Газ-носитель — гелий, скорость потока — 1 мл/мин. Температура инжектора составляла 280 °С, ввод пробы осуществляли без деления потока. Температурная программа: от 40 °С до 300 °С со скоростью нагрева 5 °С/мин с выдержкой 5 минут. Детектирование осуществляли в режиме SCAN (m/z 34–750). Идентификацию соединений проводили с использованием библиотек Wiley и NIST.

В результате GC-MS анализа экстракта *Berberis heteropoda* идентифицировано 42 органических соединения. Наибольшую долю составляли глицерин (20,87%) и 5-гидроксиметилфурфурол (20,43%). Впервые в составе экстракта выявлена лигноцериновая (тетраоксановая) кислота (3,90%) — длинноцепочечная жирная кислота, играющая важную роль в формировании миелиновой оболочки и функционировании пероксисом, что указывает на возможный вклад в нейропротекторные механизмы.

№	Время удерживания, мин	Соединения	Вероятность идентификации, %	Процентное содержание, %
1	10,30	Propanoic acid, 2-oxo-, methyl ester	87	0,42
2	10,96	Pyrrolidine, 2-butyl-1-methyl-	75	0,33
3	11,52	Furfural	95	3,38
4	12,95	Bicyclo[3.1.0]hexan-2-one	76	1,05
5	13,31	1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dimethyl-, (S)-	84	0,45
6	13,69	Maleic anhydride	96	1,26
7	14,40	2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-	90	1,54
8	14,97	2-Cyclohexen-1-one	67	0,83
9	15,74	2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl-	83	0,46
10	16,21	2,5-Furandione, 3-methyl-	91	4,14
11	16,29	2(5H)-Furanone	79	2,21
12	16,76	Glycerin	90	20,87
13	17,10	2H-Pyran-2,6(3H)-dione	89	4,07
14	18,04	2,4(1H,3H)-Pyrimidinedione, 5-hydroxy-	68	0,32
15	18,64	2-Hydroxy-gamma-butyrolactone	69	0,36
16	19,22	2,5-Furandione, 3-(1,1-dimethylethyl)-	83	0,76
17	19,77	2,5-Furandione, dihydro-3-methyl-	87	0,37
18	19,97	Furyl hydroxymethyl ketone	95	1,41
19	21,29	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-	77	2,87
20	22,75	Catechol	87	1,17
21	23,27	Benzofuran, 2,3-dihydro-	73	0,31

22	24,82	Dianhydromannitol	74	0,43
23	25,62	5-Hydroxymethylfurfural	91	20,43
24	27,07	Hexadecane	84	0,30
25	27,24	Isosorbide	79	1,56
26	33,66	β -D-Glucopyranose, 1,6-anhydro-	89	4,45
27	34,17	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	75	0,26
28	36,14	1,6-Anhydro- β -D-glucofuranose	85	2,10
29	36,53	Hexadecanoic acid, methyl ester	72	0,33
30	37,30	Quinic acid	71	1,11
31	37,69	Hexadecanoic acid, ethyl ester	80	0,53
32	40,19	3,4,5-Trimethoxyphenylacetic acid	67	0,27
33	41,08	Dibutyl phthalate	87	0,38
34	41,39	Ethyl Oleate	77	0,42
35	41,73	9,12-Octadecadienoic acid, ethyl ester	83	0,85
36	41,86	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	80	1,57
37	42,26	9,12,15-Octadecatrienoic acid, ethyl ester, (Z,Z,Z)-	67	0,77
38	42,40	9,12,15-Octadecatrienoic acid, (Z,Z,Z)-	72	0,72
39	45,81	Hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	95	8,48
40	48,64	Vitamin E	73	2,10
41	51,83	Squalene	72	0,49
42	56,56	Tetracosanoic acid	66	3,90

5-Гидроксиметилфурфурол (5-HMF) рассматривается как перспективное соединение с геропротекторным потенциалом благодаря многоуровневому механизму действия.

Во-первых, 5-HMF обладает выраженной антиоксидантной активностью: он эффективно нейтрализует активные формы кислорода (ROS), снижая уровень окислительного стресса — одного из ключевых молекулярных механизмов старения. За счёт наличия реакционноспособных функциональных групп (альдегидной группы и фуранового кольца) 5-HMF способен стабилизировать свободные радикалы и предотвращать повреждение липидов, белков и ДНК.

Во-вторых, 5-HMF демонстрирует цитопротекторное действие, повышая устойчивость клеток к стрессовым воздействиям. Экспериментальные исследования показали, что 5-HMF защищает эритроциты и гепатоциты от повреждений, индуцированных перекисью водорода, сохраняя их морфологическую целостность и функциональную активность. Это особенно важно в контексте возраст-ассоциированного снижения регенераторных и адаптационных возможностей тканей.

В-третьих, за счёт снижения ROS-нагрузки и стабилизации клеточного гомеостаза 5-HMF может косвенно замедлять развитие клеточного старения (сенесценции) и уменьшать активацию провоспалительных сигнальных каскадов, связанных с SASP-фенотипом. Такой эффект рассматривается как важный компонент геропротекторного действия, направленного на продление периода здорового старения (healthspan).

Таким образом, присутствие 5-гидроксиметилфурфурола в экстракте *Berberis heteropoda* позволяет рассматривать его как один из ключевых факторов, обеспечивающих антиоксидантный, цитопротекторный и потенциально геропротекторный эффект данного растительного сырья.

Фитохимический профиль экстракта плодов *Berberis heteropoda* характеризуется высоким разнообразием органических соединений с антиоксидантной активностью. Идентификация 5-гидроксиметилфурфурола и лигноцериновой кислоты подтверждает потенциальную геропротекторную и нейропротекторную ценность данного растения. Полученные результаты обосновывают целесообразность дальнейших экспериментальных исследований, направленных на изучение антиэйджинговых эффектов экстрактов *Berberis heteropoda* in vivo.

Литература

1. Blomqvist, B. I., et al. (1995). Glutamine and alpha-ketoglutarate prevent the decline of muscle free glutamine concentration and influence protein synthesis after hip replacement. *Metabolism*, 44(9), 1215–1222.
2. Ali, M., et al. (2024). 1,2-Cyclopentanedione analogs as protective agents against oxidative stress. *Therapeutic Advances*. <https://doi.org/10.1177/11786388241275100>
3. Mayer, N., et al. (2023). Functional role of lignoceric acid in myelin formation and maintenance. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11051789/>
4. Zhao, L., et al. (2013). In vitro antioxidant and antiproliferative activities of 5-hydroxymethylfurfural. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 10604–10611.
5. Wang, M.-Y., et al. (2010). Investigation on the morphological protective effect of 5-hydroxymethylfurfural on human L02 hepatocytes. *Journal of Ethnopharmacology*, 130, 424–428.

РІЗНОМАНІТТЯ ТАКСОНОМІЧНИХ ГРУП ГЕРПЕТОБІОНТІВ У ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ОКОЛИЦЬ м. ДНІПРО

Корольов Олексій Володимирович

здобувач наукового ступеня кандидата біологічних наук

Бригадиренко Віктор Васильович

кандидат біологічних наук, доцент

Кафедра біорізноманіття та екології

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна

Штучні лісові масиви в умовах міських агломерацій виконують низку важливих функцій: очищують повітря від пилу та шкідливих речовин, зменшують шумове забруднення, захищають ґрунт від ерозії, тощо. Крім того, лісові масиви утворюють зони відпочинку для мешканців великих міст, а також