

А.Н. Егоров, А.С. Гольдерова, И.П. Троев

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТА *PHLOJODICARPUS SIBIRICUS* НА ИММУННЫЙ СТАТУС МЫШЕЙ ЛИНИИ ICR

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им.М.К.Аммосова»,
г. Якутск, Российская Федерация

Резюме. В работе представлен анализ влияния экстракта вздутоплодника сибирского (*Phlojodicarpus sibiricus*) на иммунную систему белых лабораторных мышей линии ICR. **Цель исследования.** Оценить влияние экстракта *Phlojodicarpus sibiricus* на субпопуляции лимфоцитов (Т-цитотоксические лимфоциты, Т-хелперы, НК-клетки, В-лимфоциты) иммунной системы у белых лабораторных мышей линии ICR при введении экстракта перорально в различных дозах и при разной продолжительности введения. **Материалы и методы:** в эксперименте использовали 25 белых мышей линии ICR, разделённых на пять групп по пять мышей в каждой. Мышам вводили экстракт *Phlojodicarpus sibiricus* перорально ежедневно в течение 7 и 14 дней в дозах 10 мг/кг и 100 мг/кг. Контрольная группа не получала экстракт. Для оценки иммунного статуса использовали проточный цитофлуориметр LongCyte (Challenbio, Китай) и набор моноклональных антител для выявления различных субпопуляций иммунных клеток: CD45, CD4, CD3, CD16/32, CD19. Измерения проводились в клетках периферической крови. **Результаты исследования.** Анализ субпопуляций лимфоцитов показал, что введение экстракта *Phlojodicarpus sibiricus* в дозах 10 мг/кг и 100 мг/кг оказывает различное влияние на иммунную систему мышей в зависимости от дозировки и продолжительности воздействия. Увеличение количества Т-хелперов, НК-клеток и В-лимфоцитов наблюдалось в группах, получавших экстракт, особенно в группе, получавшей 100 мг/кг в течение 7 дней. В то же время отмечалось снижение числа Т-цитотоксических лимфоцитов в группе, получавшей экстракт в той же дозе. **Заключение.** Таким образом, проведённое исследование демонстрирует, что экстракт *Phlojodicarpus sibiricus* оказывает значительное влияние на иммунную систему белых лабораторных мышей линии ICR.

Ключевые слова: *Phlojodicarpus sibiricus*, Якутия, экстракт, клетки иммунной системы, лимфоциты

Конфликт интересов отсутствует.

Контактная информация автора, ответственного за переписку:

Егоров Андрей Николаевич

291219942014@mail.ru

Дата поступления: 01.09.2024

Образец цитирования: Егоров А.Н., Гольдерова А.С., Троев И.П. Влияние экстракта *Phlojodicarpus sibiricus* на иммунный статус мышей линии ICR. [Электронный ресурс] Вестник уральской медицинской академической науки. 2024, Том 21, № 3, с. 327–334, DOI: 10.22138/2500-0918-2024-21-3-327-334

Введение

Вздутоплодник сибирский – лат. *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph. ex Spreng.) K.-Pol. семейства сельдерейных – *Apiaceae* (зонтичных – *Umbelliferae*) – ценный лекарственный вид сибирско-монгольского типа. Растение занесено в Красную книгу Республики Саха (Якутия), вид, численность популяций которого сокращается в результате чрезмерного использования человеком и может быть стабилизирована специальными мерами охраны (2б категория) [1]. У народов Сибири и Якутии является особо ценным растением, используемым в качестве пищевого и лекарственного сырья. В этномедицине народов Якутии нашло применение при снижении избыточного веса, в лечении туберкулеза легких, заболеваний щитовидной железы, сердца, желудка и пищевода, включая раковые опухоли, а также ревматизм [2]. Основными причинами интереса к данному растению стало присутствие в составе

различных биологически активных веществ. Эти соединения включают алкалоиды, флавоноиды, тритерпены, гликозиды и полифенолы, обладающие множеством фармакологических свойств [3]. Например, флавоноиды обладают антиоксидантными свойствами, способствуя нейтрализации свободных радикалов и снижению окислительного стресса в клетках [4]. Современные фитохимические исследования показали, что основными биологически активными веществами *Phlojodicarpus sibiricus* являются фенольные соединения – флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты и кумарины [5]. С помощью методов высокоэффективной жидкостной хроматографии и спектроскопии ядерного магнитного резонанса в различных органах растения идентифицировано более 30 видов фенольных соединений. Максимальные концентрации фенолов отмечены в надземной части вздутоплодника – листьях (до 4%) и плодах (до 2,5%). Доминирующую группу флавоноидов составляют кверцетин, кемпферол, изорамнетин и их гликозиды (рутин, нарциссин, никотифлорин). Фракция фенолкарбоновых кислот представлена преимущественно галловой, кофейной и феруловой кислотами. Среди кумаринов идентифицированы умбеллиферон, герниарин, скополетин, эскулетин и их гликозидные формы [6].

Растительные экстракты *Phlojodicarpus sibiricus* демонстрируют значительный потенциал в повышении эффективности терапии меланомы B16 за счёт уникальных свойств и могут стать важной частью комплексного подхода к лечению, дополняя и усиливая действие традиционных методов. Дальнейшие исследования и клинические испытания необходимы для полного понимания механизмов действия, оптимизации дозировок и режимов введения, а также для оценки взаимодействия с другими терапевтическими агентами. Таким образом, растительные экстракты *Phlojodicarpus sibiricus* могут существенно улучшить прогноз и качество жизни пациентов с меланомой. [7, 8], что делает их перспективными для профилактики и лечения различных заболеваний, включая сердечно-сосудистые и онкологические.

Цель: оценить влияние экстракта вздутоплодника сибирского (лат. *Phlojodicarpus sibiricus*) на субпопуляции лимфоцитов (Т-цитотоксические лимфоциты, Т-хелперы, НК-клетки, В-лимфоциты) иммунной системы у белых лабораторных мышей линии ICR при пероральном введении экстракта в различных дозах и при разной продолжительности применения.

Материалы и методы

Экспериментальные животные

Для изучения влияния экстракта *Phlojodicarpus sibiricus* на иммунную систему были использованы белые лабораторные мыши линии ICR. В эксперименте участвовали 25 мышей, которые распределялись на пять групп по пять особей в каждой. Мышам вводили экстракт *Phlojodicarpus sibiricus* перорально в дозах 10 мг/кг и 100 мг/кг ежедневно в течение 7 и 14 дней. Контрольная группа не получала экстракт.

Методика проведения эксперимента

Мышам вводили экстракт ежедневно в одно и то же время. Вода и корм предоставлялись в свободном доступе. По окончании эксперимента мышей выводили из эксперимента методом декапитации.

Измерение показателей иммунного статуса

Для оценки иммунного статуса использовали моноклональные антитела и проточный цитофлуориметр LongCyte (Challenbio, Китай). Образцы крови собирали в пробирки с антикоагулянтом (гепарин). Суспензию клеток цельной крови инкубировали с антителами CD45, CD4, CD3, CD16/32, CD19 (Elabscience, Китай) для определения основных субпопуляций лимфоцитов (Т-цитотоксические лимфоциты, Т-хелперы, НК-клетки, В-лимфоциты).

Исследуемые показатели

Все исследуемые показатели определялись в крови с использованием флуоресцентных антител методом проточной цитометрии. Для оценки влияния экстракта на субпопуляции лимфоцитов использовали маркеры CD45, CD4, CD3, CD16/32 и CD19, которые используются для идентификации разных типов клеток в иммунной системе. CD45, также известный как лейкоцитарный общий антиген, представляет собой набор молекул, которые находятся на поверхности гемопоэтических (кроветворных) клеток. CD4 – маркер, специфичный для Т-хелперов, которые играют ключевую роль в клеточной иммунной реакции. Эти клетки помогают активировать В-клетки, способствуя продукции

антител, и стимулируют Т-цитотоксические лимфоциты. CD3 комплекс – молекула, состоящая из нескольких цепей, которая в основном экспрессируется на Т-клетках. CD16/32 – рецепторы, обнаруживаемые на естественных киллерах (NK-клетках) и некоторых других клетках иммунной системы, они взаимодействуют с Fc-фрагментами антител, позволяя осуществлять антителозависимую клеточную цитотоксичность (ADCC). CD19 является ключевым маркером, который экспрессируется на В-клетках и играет важную роль в активации и дифференцировке.

Обработка данных и статистический анализ

Статистический анализ проводился с использованием программного пакета Statistica v.12.0 (StatSoft, Inc., USA). Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Сравнение групп проводилось с использованием однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с последующим тестом пост-хок Тьюки. Результаты считались статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

Результаты

В данном исследовании оценивалось влияние экстракта *Phlojodicarpus sibiricus* на различные субпопуляции лимфоцитов периферической крови белых лабораторных мышей линии ICR (Табл.).

Влияние экстракта на Т-цитотоксические лимфоциты

В результате проведенного исследования было установлено, что в контрольной группе относительное количество Т-цитотоксических лимфоцитов составило $38,14 \pm 8,53\%$. В группе, получавшей экстракт в дозе 10 мг/кг в течение 7 дней, уровень Т-цитотоксических лимфоцитов снизился до $24,44 \pm 3,80\%$. Наибольшее снижение отмечалось в группе, получавшей 100 мг/кг в течение 7 дней – $9,50 \pm 1,78\%$, что было статистически значимо ($p = 0,009$ в сравнении с группой, получавшей экстракт в дозе 10 мг/кг). При увеличении продолжительности введения до 14 дней (100 мг/кг) относительное количество Т-цитотоксических лимфоцитов увеличилось до $13,73 \pm 4,23\%$, что, однако, оставалось значительно ниже численности клеток в контрольной группе ($p = 0,008$ в сравнении с группой, которая получала растительный экстракт в течение 7 суток в той же дозировке). Полученные данные позволяют предположить наличие значительного влияния экстракта растения на снижение количества Т-цитотоксических лимфоцитов в периферической крови, особенно при высокой дозе и коротком периоде воздействия.

Влияние экстракта на Т-хелперы

Получены данные, что в контрольной группе относительное количество Т-хелперов составляло $39,78 \pm 4,73\%$. Введение экстракта в дозе 10 мг/кг в течение 7 дней увеличивало долю Т-хелперов до $52,08 \pm 6,01\%$, а при использовании дозы 100 мг/кг – до $59,87 \pm 16,21\%$. При введении экстракта в течение 14 дней уровень Т-хелперов оставался высоким: $42,04 \pm 13,63\%$ при дозе 10 мг/кг и $58,37 \pm 14,43\%$ при дозе 100 мг/кг. Таким образом, экстракт стимулировал увеличение относительного содержания Т-хелперов в периферической крови, особенно при высокой дозировке и коротком воздействии.

Влияние экстракта на NK-клетки

Согласно полученным данным, относительное количество NK-клеток в контрольной группе составило $9,66 \pm 1,18\%$, после введения экстракта в дозе 10 мг/кг в течение 7 дней содержание NK-клеток увеличилось до $12,53 \pm 3,20\%$. Наибольшее повышение числа клеток наблюдалось при введении дозы 100 мг/кг в течение 7 дней – до $23,76 \pm 17,18\%$ ($p = 0,008$ в сравнении с контрольной группой). В группе животных, находившейся в условиях применения исследованного экстракта на протяжении 14 суток в дозе 100 мг/кг количество NK-клеток было $17,18 \pm 7,84\%$. Эти данные свидетельствуют о дозозависимом эффекте экстракта на увеличение содержания NK-клеток в крови.

Влияние экстракта на В-лимфоциты

Установлено, что в контрольной группе количество В-лимфоцитов было $7,52 \pm 1,19\%$ от числа всех лимфоцитов. Введение экстракта в дозе 10 мг/кг в течение 7 дней увеличило количество В-лимфоцитов до $10,46 \pm 7,54\%$, а при дозе 100 мг/кг – до $24,95 \pm 11,61\%$ ($p = 0,008$ в сравнении с контрольной группой). Введение экстракта в течение 14 дней в дозе 10 мг/кг привело к снижению относительного количества В-лимфоцитов до $4,56 \pm 3,27\%$, однако при дозе 100 мг/кг количество клеток оставалось высоким – $17,41 \pm 4,89\%$ ($p = 0,032$ в сравнении с группой, получавшей экстракт 7 суток в той же дозировке). Эти результаты указывают на значительное влияние экстракта на увеличение содержания В-лимфоцитов, особенно при высокой дозировке и коротком воздействии.

Таблица
Результаты исследования
Table
The results of the study

Группы исследования Research groups	Т-цитотоксические лимфоциты T-CTL	Т-хелперы T-helper	NK-клетки NK-cells	В-лимфоциты B-lymphocytes
Группа №1 (контроль) Group No. 1 (control)	38,14±8,53	39,78±4,73	9,66±1,18	7,52±1,19
Группа №2 (7 сутки, 10 мг/кг) Group No. 2 (day 7, 10 mg/kg)	24,44±3,80	52,08±6,01	12,53±3,20	10,46±7,54
Группа №3 (14 сутки, 10 мг/кг) Group No. 3 (day 14, 10 mg/kg)	9,50±1,78	59,87±16,21	23,76±17,18	24,95±11,61
Группа №4 (7 сутки, 100 мг/кг) Group No. 4 (day 7, 100 mg/kg)	31,62±3,50	42,04±13,63	10,17±3,12	4,56±3,27
Группа №5 (14 сутки, 100 мг/кг) Group No. 5 (day 14, 100 mg/kg)	13,73±4,23	58,37±14,43	17,18±7,84	17,41±4,89
Р	0,009 ²⁻³ 0,008 ³⁻⁴		0,008 ²⁻³	0,008 ²⁻³ 0,032 ³⁻⁴

Примечание: данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения (M±SD)
Note: the data is presented as an average value and a standard deviation (M±SD)

Обсуждение

Полученные данные показывают, что экстракт вздутоплодника сибирского (*Phlojodicarpus sibiricus*) оказывает значительное влияние на иммунную систему белых лабораторных мышей линии ICR, вызывая изменения субпопуляционного состава лимфоцитов периферической крови.

Влияние экстракта на Т-цитотоксические лимфоциты и Т-хелперы. Введение экстракта в различных дозах показало разнонаправленное влияние на уровень Т-цитотоксических лимфоцитов и Т-хелперов. Значительное снижение количества Т-цитотоксических лимфоцитов при высокой дозе (100 мг/кг) и кратковременном воздействии (7 дней) может свидетельствовать о селективном подавлении этой субпопуляции лимфоцитов, что может указывать на иммуносупрессивное действие экстракта. Напротив, увеличение количества Т-хелперов в тех же условиях может быть связано с активацией клеточного иммунного ответа, что указывает на стимулирующее воздействие экстракта на данную субпопуляцию [9].

Влияние экстракта на NK-клетки и В-лимфоциты. Увеличение уровня NK-клеток и В-лимфоцитов при введении экстракта вздутоплодника сибирского, особенно при высокой дозировке и коротком периоде воздействия, свидетельствует о его возможных иммуностимулирующих свойствах. Это может быть связано с активацией врожденного иммунного ответа, так как NK-клетки играют ключевую роль в противовирусной защите и уничтожении опухолевых клеток, а В-лимфоциты – в гуморальном иммунном ответе.

Дозозависимый эффект и продолжительность воздействия. Результаты исследования показывают, что экстракт вздутоплодника сибирского оказывает дозозависимое влияние на иммунную систему мышей. Высокая доза экстракта (100 мг/кг) более значимо изменяет уровень всех изученных субпопуляций лимфоцитов, чем низкая доза (10 мг/кг). Кроме того, кратковременное введение (7 дней) вызывает более выраженные изменения, чем длительное введение (14 дней), что может указывать на развитие толерантности к экстракту или на влияние адаптационных механизмов, снижающих эффективность при длительном использовании [10].

Потенциальные механизмы действия экстракта. Иммуномодулирующее действие экстракта вздутоплодника сибирского может быть связано с его биологически активными компонентами, которые воздействуют на различные сигнальные пути, участвующие в регуляции иммунного ответа. Например, флавоноиды и алкалоиды, присутствующие в растительных экстрактах, часто обладают антиоксидантными и противовоспалительными свойствами, которые могут изменять баланс цитокинов и таким образом влиять на активность различных иммунных клеток [11].

Заключение

Таким образом, проведённое исследование демонстрирует, что экстракт вздутоплодника сибирского (*Phlojodicarpus sibiricus*) оказывает значительное влияние на иммунную систему белых лабораторных мышей линии ICR. Влияние экстракта является дозозависимым и варьирует в зависимости от продолжительности воздействия, что проявляется в изменении уровня различных субпопуляций лимфоцитов в крови. Увеличение количества Т-хелперов, НК-клеток и В-лимфоцитов при одновременном снижении числа Т-цитотоксических лимфоцитов указывает на сложное иммуностимулирующее и иммуносупрессивное воздействие экстракта. Эти результаты подчёркивают потенциальную роль экстракта вздутоплодника сибирского как неспецифического иммуномодулятора, который может быть полезен для регулирования иммунного ответа при различных патологических состояниях. Однако для полноценного понимания механизмов действия экстракта и его возможности применения в медицине необходимы дальнейшие исследования, включая клинические испытания и исследование безопасности использования.

Благодарности

Работа выполнена в рамках федерального проекта “Развитие человеческого капитала в интересах регионов, отраслей и сектора исследований и разработок” национального проекта “Наука и университеты”, шифр тематики FSRG-2022-0009 “Разработка и испытание новых биомедицинских клеточных продуктов, композиционных медицинских изделий”

ЛИТЕРАТУРА

1. Красная книга Республики Саха (Якутия) Т.1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / Отв. Ред. Н.С.Данилова. Москва: Издательство «Реарт», 2017; 412.
2. Атлас лекарственных растений Якутии: [в 2 томах]. СО РАН, Институт биологических проблем криолитозоны; отв. ред., д.с.-х.н. Б.И.Иванов. Якутск: Издательство СО РАН, Якутский филиал, 2003-2005; Т.2: Лекарственные растения, используемые в народной медицине. [сост.: Л.В.Кузнецова, Л.Г.Михалева, В.И.Захарова и другие]. Якутск: Издательство ЯНЦ СО РАН, 2005; 2:2-163.
3. Olennikov D.N., Chirikova N.K. New Coumarins of the Family Apiaceae. I. Khellactone Esters from *Phlojodicarpus sibiricus*. *Chem Nat Compd.* 2023; 59:842-847. doi:10.1007/s10600-023-04131-3.
4. Воронов И.В., Филиппова Г.В., Дарханова В.Г., Строева Н.С., Федоров И.А., Прокопьев И.А. Антирадикальная и антиоксидантная активность экстрактов трех видов лекарственных растений и ряски малой. *Природные ресурсы Арктики и Субарктики.* 2019; 4(24): 127-135. doi:10.31242/2618-9712-2019-24-4-11.
5. Olennikov D.N., Chirikova N.K. New Compounds from Flowers of *Phlojodicarpus sibiricus*. *Chemistry of Natural Compounds.* 2020; 56:618-621. doi:10.1007/s10600-020-03109-9.
6. Гуляев С.М. Противотревожное действие *Phlojodicarpus sibiricus*. *Acta Biomedica Scientifica.* 2009; 3:175-177.
7. Lelli D., Pedone C., Sahebkar A. Curcumin and treatment of melanoma: The potential role of microRNAs. *Biomed Pharmacother.* 2017; 88:832-834. doi:10.1016/j.biopha.2017.01.078.
8. Фефелова Ю.А., Жуков Е.Л., Сергеева Е.Ю., Михайлова А.К. Морфологические особенности экспериментальной меланомы В16 при ограничении калорийности питания. *Сибирское медицинское обозрение.* 2019; 6:120.
9. Xu M.J., Wu B., Ding T., Chu J.H., Li C.Y., Zhang J., Wu T., Wu J., Liu S.J., Liu S.L., Ju W.Z., Li P. Simultaneous characterization of prenylated flavonoids and isoflavonoids in *Psoralea corylifolia* L. by liquid chromatography with diode-array detection and quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry.* 2012; 26:2343-2352. doi:10.1002/rcm.6361.
10. Wei S.-P., Luan J.-Y., Lu L.-N., Wu W.-J., Ji Z.-Q. A new benzofuran glucoside from *Ficus tikoua* Bur. *International Journal of Molecular Sciences.* 2011; 12:4946-4954. doi:10.3390/ijms12084946.
11. Зверев Я.Ф., Брюханов В.М. Флавоноиды как перспективные природные антиоксиданты. *Бюллетень медицинской науки.* 2017; 1(5):20-27.

Авторы

Егоров Андрей Николаевич

Младший научный сотрудник лаборатории медицинских биотехнологий

291219942014@mail.ru

Гольдерова Айталина Семеновна

Д.м.н., главный научный сотрудник лаборатории медицинских биотехнологий

hoto68@mail.ru

Троев Иван Петрович

Старший научный сотрудник лаборатории медицинских биотехнологий

Ysumed@yandex.ru

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова» (ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»)

Якутск, Российская Федерация

A.N. Egorov, A.S. Golderova, I.P. Troev

INFLUENCE OF PHLOJODICARPUS SIBIRICUS EXTRACT ON THE IMMUNE STATUS OF ICR MICE

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
«M. K. Ammosov North-Eastern Federal University», Yakutsk, Russian Federation

Abstract. The paper presents an analysis of the effect of the Siberian bloated carp extract (*Phlojodicarpus sibiricus*) on the immune system of white laboratory mice of the ICR line. **Objective.** To evaluate the effect of the Siberian bloated carp extract (*Phlojodicarpus sibiricus*) on lymphocyte subpopulations (T-CTL, T-helpers, NK cells, B-lymphocytes) of the immune system in white laboratory mice of the ICR line when administering the extract orally in different doses and with different duration of administration. **Materials and methods.** The experiment involved 25 white mice of the ICR line, divided into five groups of five mice each. The mice were administered *Phlojodicarpus sibiricus* extract orally daily for 7 and 14 days at doses of 10 mg/kg and 100 mg/kg. The control group did not receive the extract. To assess the immune status, a LongCyte flow cytometer (Challenger, China) and a set of monoclonal antibodies were used to detect various subpopulations of immune cells: CD45, CD4, CD3, CD16/32, CD19. Measurements were carried out in peripheral blood cells. **The results of the study.** Analysis of lymphocyte subpopulations showed that administration of *Phlojodicarpus sibiricus* extract at doses of 10 mg/kg and 100 mg/kg has a different effect on the immune system of mice, depending on the dosage and duration of exposure. An increase in the number of T helper cells, NK cells and B lymphocytes was observed in the groups receiving the extract, especially in the group receiving 100 mg/kg for 7 days. At the same time, there was a decrease in the number of T-CTL in the group receiving the extract at the same dose. **Conclusion.** Thus, the study demonstrates that *Phlojodicarpus sibiricus* extract has a significant effect on the immune system of white laboratory mice of the ICR line.

Keywords: *Phlojodicarpus sibiricus*, Yakutia, extract, immune system cells, lymphocytes

There is no conflict of interest.

Contact details of the corresponding author:

Andrey N. Egorov

291219942014@mail.ru

Received: 01.09.2024

For citation: Egorov A.N., Golderova A.S., Troev I.P. Influence of *phlojodicarpus sibiricus* extract on the immune status of ICR mice. [Online] Vestn. Ural. Med. Akad. Nauki. = Journal of Ural Medical Academic Science. 2024, Vol. 21, no. 3, pp. 327–334. DOI: 10.22138/2500-0918-2024-21-3-327-334 (In Russ)

REFERENCES

1. The Red Book of the Republic of Sakha (Yakutia) [Krasnaja kniga Respubliki Saha (Jakutija)] Vol. 1: Rare and endangered species of plants and fungi [Redkie i nahodjashhiesja pod ugroznoj ischeznovenija vidy rastenij i gribov]. Ed. by N.S.Danilova. Moscow: Reart Publishing House [Moskva: Izdatel'stvo «Reart»], 2017; 412. (In Russ).
2. Atlas of medicinal plants of Yakutia [Atlas lekarstvennyh rastenij Jakutii]: [in 2 volumes]. SB RAS, Institute of Biological Problems of the Cryolithozone [SO RAN, Institut biologicheskikh problem kriolitozony]; ed., D.S.-H.N. B.I.Ivanov. Yakutsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk branch [Jakutsk: Izdatel'stvo SO RAN, Jakutskij filial], 2003-2005; Vol. 2: Medicinal plants used in folk medicine [Lekarstvennye rastenija, ispol'zuemye v narodnoj medicene]. [comp.: L.V.Kuznetsova, L.G.Mikhaleva, V.I.Zakharova and others]. Yakutsk: YANTS Publishing House SB RAS [Jakutsk: Izdatel'stvo JaNC SO RAN], 2005; 2:2-163. (In Russ).
3. Olennikov D.N., Chirikova N.K. New Coumarins of the Family Apiaceae. I. Khellactone Esters from *Phlojodicarpus sibiricus*. Chem Nat Compd. 2023; 59:842-847. doi:10.1007/s10600-023-04131-3.
4. Voronov I.V., Filippova G.V., Darkhanova V.G., Stroeveva N.S., Fedorov I.A., Prokopyev I.A. Antiradical and antioxidant activity of extracts of three types of medicinal plants and duckweed [Antiradikal'naja i antioksidantnaja aktivnost' jekstraktov treh vidov lekarstvennyh rastenij i rjaski maloj]. Natural resources of the Arctic and Subarctic. [Prirodnye resursy Arktiki i Subarkтики]. 2019; 4(24): 127-135. (In Russ). doi:10.31242/2618-9712-2019-24-4-11.
5. Olennikov D.N., Chirikova N.K. New Compounds from Flowers of *Phlojodicarpus sibiricus*. Chemistry of Natural Compounds. 2020; 56:618-621. doi:10.1007/s10600-020-03109-9.
6. Gulyaev S.M. Anti-anxiety effect of *Phlojodicarpus sibiricus* [Protivotrevozhnoe dejstvie *Phlojodicarpus sibiricus*]. Acta Biomedica Scientifica. 2009; 3:175-177. (In Russ).
7. Lelli D., Pedone C., Sahebkar A. Curcumin and treatment of melanoma: The potential role of microRNAs. Biomed Pharmacother. 2017; 88:832-834. doi:10.1016/j.biopha.2017.01.078.
8. Fefelova Yu.A., Zhukov E.L., Sergeeva E.Yu., Mikhailova A.K. Morphological features of experimental melanoma B16 with calorie restriction [Morfologicheskie osobennosti jeksperimental'noj melanomy V16 pri ogranichenii kalorijnosti pitaniya]. Siberian Medical Review [Sibirskoe medicinskoe obozrenie]. 2019; 6:120. (In Russ).
9. Xu M.J., Wu B., Ding T., Chu J.H., Li C.Y., Zhang J., Wu T., Wu J., Liu S.J., Liu S.L., Ju W.Z., Li P. Simultaneous characterization of prenylated flavonoids and isoflavonoids in *Psoralea corylifolia* L. by liquid chromatography with diode-array detection and quadrupole time-of-flight mass spectrometry. Rapid Communications in Mass Spectrometry. 2012; 26:2343-2352. doi:10.1002/rcm.6361.
10. Wei S.-P., Luan J.-Y., Lu L.-N., Wu W.-J., Ji Z.-Q. A new benzofuran glucoside from *Ficus tikoua* Bur. International Journal of Molecular Sciences. 2011; 12:4946-4954. doi:10.3390/ijms12084946.
11. Zverev Ya.F., Bryukhanov V.M. Flavonoids as promising natural antioxidants [Flavonoidy kak perspektivnye prirodnye antioksidanty]. Bulletin of Medical Science [Bjulleten' medicinskoj nauki]. (In Russ).

Auhtors

Andrey N. Egorov
Junior Researcher (Laboratory of Medical Biotechnology)
291219942014@mail.ru

Aitalina S. Golderova
DM, Chief Researcher (Laboratory of Medical Biotechnology)
hoto68@mail.ru

Ivan P. Troev
Senior Researcher (Laboratory of Medical Biotechnology)
Ysumed@yandex.ru

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «M.K.Ammosov North-Eastern Federal University» (North-Eastern Federal University)
Yakutsk, Russian Federation