

## СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ И УГЛЕВОДОВ В ПОДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ ЭЛЕУТЕРОКОККА КОЛЮЧЕГО (ELEUTHEROCOCCUS SENTICOSUS (RUPR. ET MAXIM.) MAXIM.)

© Комарова А.А.<sup>1</sup>, Степанова Т.А.<sup>1</sup>, Прокопьев И.А.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Дальневосточный государственный медицинский университет (ДВГМУ)

Россия, 680000, Хабаровский край, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, д. 35

<sup>2</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук (БИН РАН)

Россия, 197376, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2

<sup>3</sup> Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения

Российской академии наук (ИБПК СО РАН)

Россия, 677980, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, пр. Ленина, д. 41

**Цель:** определение качественного и количественного содержания свободных жирных кислот и углеводов в различных образцах сырья элеутерококка, собранных на Дальнем Востоке России.

**Материалы и методы.** В качестве образцов для исследования использовали корневища и корни элеутерококка, собранные на территории Приморского и Хабаровского краев, Амурской и Еврейской автономной областей. Компонентный состав низкомолекулярных метаболитов изучали методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ-МС).

**Результаты.** В исследованных образцах идентифицировано 3 полиола (сахароспирта), 5 сахаров и 5 жирных кислот. К группе обнаруженных полиолов относятся арабитол, маннитол, инозитол. Из жирных кислот идентифицированы пальмитиновая, маргаритиновая, стеариновая, линолевая и олеиновая кислоты. Из сахаров установлено наличие фруктозы, глюкозы, целлобиозы, сахарозы и рафинозы. Для каждого соединения проведена оценка количественного содержания. Среди комплекса жирных кислот наибольшее содержание отмечено для линолевой кислоты (1,15 мг/г). Показано, что доминирующими компонентами комплекса углеводов являются сахароза и глюкоза с соответствующим содержанием 12,53 мг/г и 9,29 мг/г. Среднее содержание суммы полиолов составило 1,29 мг/г, жирных кислот – 2,01 мг/г, а свободных сахаров – 29,33 мг/г. Выявлена значительная вариабельность количественного содержания не только индивидуальных веществ, но и суммы веществ разных групп. Коэффициенты вариабельности содержания отдельных веществ составили 47-199%, а суммы жирных кислот, полиолов и свободных углеводов – в пределах 61-62%.

**Заключение.** Таким образом, установлено наличие 3 полиолов, 5 сахаров и 5 жирных кислот. Проведены количественная оценка их содержания и статистическая обработка полученных данных. Показано, что количественное содержание соединений в исследованных образцах характеризуется значительной вариабельностью.

**Ключевые слова:** элеутерококк колючий; жирные кислоты; углеводы; биологически активные вещества; вариабельность; изменчивость.

**Комарова Айтальгына Куо Александровна** – ординатор кафедры фармации и фармакологии, ДВГМУ, г. Хабаровск. ORCID iD: 0009-0003-3017-6541. E-mail: aytakom26@gmail.com (автор, ответственный за переписку)

**Степанова Татьяна Алексеевна** – д-р фарм. наук, профессор кафедры фармации и фармакологии, ДВГМУ, г. Хабаровск. ORCID iD: 0009-0005-5352-5657. E-mail: tastep01@yandex.ru

**Прокопьев Илья Андреевич** – канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник БИН РАН, г. Санкт-Петербург; вед. науч. сотрудник ИБПК СО РАН, г. Якутск. ORCID iD: 0000-0001-8755-7140. E-mail: ilya.a.prokopiev@gmail.com

Элеутерококк колючий (*Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim.) – кустарник из семейства Аралиевые (Araliaceae), который произрастает на Дальнем Востоке России, в Северо-Восточном Китае, а также в Корее и Японии.

В официальной медицине в качестве сырья применяются корневища и корни элеутерококка [1]. Препараты на основе элеутерококка оказывают стимулирующее действие на центральную нервную систему, повышают общую неспецифическую сопротивляемость организма, повышают физическую и умственную работоспособность. Известно, что кроме вышеперечисленных свойств элеутерококк оказывает антиоксидант-

ное, противодиабетическое, иммуномодулирующее и противоопухолевое действие [2-5].

С середины XX века проведено множество исследований, посвященных не только изучению фармакологических свойств растения, но и исследованию химического состава. Согласно литературным данным в подземных органах элеутерококка содержатся простые фенолы, лигнаны, кумарины, флавоноиды, тритерпеноиды, стеринны и полисахариды [3, 6]. Работы по изучению свободных жирных кислот, полиолов и углеводов практически не встречаются. Относительно жирнокислотного состава элеутерококка имеются данные лишь о содержании пальмитиновой и стеариновой кислот [3].

Известно, что ненасыщенные жирные кислоты выполняют в растениях важную физиологическую роль, участвуя в формировании клеточных мембран и этим повышая адаптацию растений к стрессу, вызванному влиянием низких температур [7, 8]. В медицине полиненасыщенные жирные кислоты применяются в поддержании когнитивных функций человека и для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний [9-11].

К другим важным компонентам химического комплекса растений относятся полиолы и свободные сахара. Углеводы являются неотъемлемой частью многих процессов биосинтеза и тем самым могут вносить определенный вклад в накопление растениями веществ вторичного метаболизма [12].

В настоящее время фитохимики ведутся работы по изучению состава жирных кислот и углеводов не только в надземных частях различных растений, но и в подземных органах [13, 14].

В связи с изложенным выше нами была поставлена цель определить состав и оценить количественное содержание свободных жирных кислот и углеводов в различных образцах сырья элеутерококка, собранных на Дальнем Востоке России.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования стали корневища и корни элеутерококка колючего (*Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim., сем. Аралиевые – *Araliaceae*). Шесть образцов были собраны на территории Приморского края, два – Амурской области и по одному образцу в Еврейской автономной области и в Хабаровском крае. Сырье было заготовлено с мая по октябрь в период 2019-2021 гг. Все образцы отвечали требованиям нормативного документа на лекарственное растительное сырье элеутерококка ФС.2.5.0053.15 [1].

Перед проведением исследования все образцы были измельчены до величины частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями 0,5 мм. Для получения испытуемой пробы около 2 г точной навески сырья помещали в коническую колбу объемом 100 мл и добавляли 25 мл метанола. Взвешивали общую массу колбы вместе с содержимым, закрывали пробкой и экстрагировали в течение 30 мин. в ультразвуковой ванне. После завершения экстракции колбу охлаждали, затем контролировали массу колбы в сравнении с первоначальной массой до экстракции, добавляя соответствующий экстрагент [15]. Смесь тщательно перемешивали и центрифугировали

при 1300 об/мин. Аликвоту полученного супернатанта объемом 100 мкл переносили в стеклянную виалу и упаривали досуха при 80°C. Далее сухой осадок растворяли в 50 мкл пиридина и добавляли 50 мкл раствора триметилхлорсилана для получения триметилсилильных (ТМС) производных. Смесь инкубировали при температуре 80°C в течение 1 ч. [16]. Компонентный состав и количественное содержание определяли с использованием газового хроматографа МАЭСТРО 7820 (Россия) с масс-спектрометрическим детектором Agilent 5975 (США) и колонкой HP-5MS (длина 30 м, диаметр 0.25 мм, Agilent, США). Условия анализа: газ-носитель гелий, скорость расхода газа-носителя 1 мл/мин., объем пробы 0.5 мкл, температура инжектора 250°C. Анализ проводили в градиентном режиме по следующей схеме: в течение первых трех минут при температуре 100°C, от 3 до 50 мин. – при температуре от 100 до 200°C, 50-66 мин. при температуре от 200 до 250°C. Идентификацию веществ выполняли, сравнивая масс-спектры обнаруженных на хроматограмме пиков с масс-спектрами библиотеки NIST 2017 [17]. Количественную интерпретацию хроматограмм проводили методом внутренней стандартизации по углеводороду C<sub>23</sub>H<sub>48</sub> (трикозан). Рассчитывали средние значения из трех повторностей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования были получены хроматограммы 10 образцов. Идентификацию обнаруженных соединений проводили, сравнивая показатели времени удерживания пиков на хроматограмме и значения характеристических ионов с данными стандартных спектров.

Расшифровка полученных 10 хроматограмм показала, что в подземных органах элеутерококка содержатся 3 полиола (арабитол, маннитол и инозитол), 3 насыщенные (пальмитиновая, маргаритиновая, стеариновая) и 2 ненасыщенные жирные кислоты (линолевая и олеиновая). При исследовании свободных сахаров в сырье элеутерококка выявлено присутствие 2 моносахаридов (фруктоза и глюкоза), 2 дисахаридов (целлобиоза и сахароза) и 1 трисахарид (рафиноза).

Результаты исследования количественного содержания жирных кислот представлены в таблице 1. Как видно из таблицы, наблюдается значительная вариабельность содержания индивидуальных соединений и суммы жирных кислот. Коэффициент вариабельности (V) содержания обнаруженных веществ находится в пределах 47-77%. Средняя концентрация суммы

Таблица 1

Table 1

Количественное содержание свободных жирных кислот в подземных органах элеутерококка колючего в пересчете на сухое вещество, мг/г

Quantitative content of free fatty acids in the underground organs of Eleutherococcus senticosus in terms of dry matter, mg/g

№ П/П	Место сбора Collection place	Сроки сбора Collection time	C16:0	C17:0	C18:2	C18:1	C18:0	Сумма жирных кислот Sum of the fatty acids
1	Еврейская автономная область, Ленинский район, окр., с. Куколево Jewish Autonomous Region, Leninsky district, surroundings of the village of Kukolevo	10.2021	0.67	0.03	1.34	0.19	0.13	2.36
2	Приморский край, Красноармейский район, окр., с. Мельничное Primorsky Territory, Krasnoarmeysky district, surroundings of the village of Melnichnoe	08.2019	0.94	0.05	1.43	0.30	0.15	2.87
3	Приморский край, Кавалеровский район, окр., п.г.т. Кавалерово Primorsky Territory, Kavalеровsky district, surroundings of the village of Kavaleroovo	07.2019	0.82	0.03	1.22	0.24	0.10	2.40
4	Приморский край, Арсеньевский городской округ, окр. г. Арсеньев Primorsky Territory, Arsenyevsky urban district, surroundings of the town of Arsenyev	10.2021	1.13	0.06	3.23	0.37	0.16	4.95
5	Приморский край, Кавалеровский район, окр. п.г.т. Кавалерово Primorsky Territory, Kavalеровsky district, surroundings of the village of Kavaleroovo	10.2021	0.36	0.01	0.65	0.12	0.08	1.23
6	Приморский край, Чугуевский район, окр. с. Чугуевка Primorsky Krai, Chuguevsky district, surroundings of the village of Chuguevka	08.2021	0.30	0.01	0.68	0.08	0.05	1.12
7	Амурская область (промышленный образец 1) Amur region (manufacturing sample 1)	09.2021	0.35	0.01	1.12	0.15	0.10	1.73

Таблица 1. Окончание

Table 1. End

8	Амурская область (промышленный образец 2) Amur region (manufacturing sample 2)	05.2021	0.33	0.01	0.55	0.07	0.04	1.00
9	Приморский край (промышленный образец) Primorsky Territory, (manufacturing sample)	05.2020	0.54	0.02	0.89	0.11	0.05	1.61
10	Хабаровский край (промышленный образец) Khabarovsk region (manufacturing sample)	05.2021	0.29	0.01	0.45	0.07	0.06	0.88
$\bar{X}$			0.57	0.03	1.16	0.17	0.09	2.01
$S^2$			0.09	0.0003	0.65	0.01	0.00	1.51
$X_{min}$			0.29	0.01	0.45	0.07	0.04	0.88
$X_{max}$			1.13	0.06	3.23	0.37	0.16	4.95
$V, \%$			53	77	70	61	47	61

*Примечание:* C16:0 – пальмитиновая кислота, C17:0 – маргариновая кислота, C18:2 – линолевая кислота, C18:1 – олеиновая кислота, C18:0 – стеариновая кислота.

*Note:* C16:0 – palmitic acid, C17:0 – margaric acid, C18:2 – linoleic acid, C18:1 – oleic acid, C18:0 – stearic acid.

жирных кислот составляет 2,01 мг/г. Наибольший количественный вклад в жирнокислотный состав во всех образцах вносит содержание линолевой кислоты. Ее концентрация в исследованных образцах находится в пределах 0,45-3,23 мг/г при среднем значении ( $\bar{X}$ ) 1,16 мг/г. Среднее содержание пальмитиновой и олеиновой кислот составляет 0,57 мг/г и 0,17 мг/г соответственно. Сравнительно в меньших количествах накапливаются маргариновая и стеариновая кислоты.

На следующем этапе химического анализа подземных органов элеутерококка мы определили концентрацию веществ углеводного комплекса. Результаты количественного содержания полиолов приведены в таблице 2. Границы содержания суммы полиолов в образцах находились в пределах 0,27-2,59 мг/г при среднем значении 1,29 мг/г. При сравнении среднего содержания отдельных полиолов выявлено, что количество арабитола меньше, чем содержание маннитола и инозитола почти в 3 раза. Коэффициенты вариации полиолов в образцах элеутерококка очень значительны. Вариабельность содержания инозитола в образцах составила 63%, арабитола – 92%, а маннитола – 109%.

Результаты исследования сахаров представлены в таблице 3. Количественный анализ суммы сахаров в 10 исследованных образцах показал, что их концентрация колебалась в пределах от 11,27 мг/г до 67,87 мг/г при среднем значении

29,33 мг/г. Вариабельность содержания суммы свободных углеводов не отличалась от колебаний концентраций суммы полиолов и жирных кислот в 10 образцах ( $V=61\%$ ).

При исследовании индивидуальных сахаров выявлена очень высокая вариабельность в содержании рафинозы ( $V=199\%$ ). Коэффициент вариации целлобиозы был равен 107%. Колебание в содержании фруктозы, глюкозы и сахарозы было в пределах 55-66%. Выявлено, что глюкоза и сахароза являются доминирующими компонентами комплекса углеводов в подземных органах элеутерококка. Среднее содержание глюкозы и сахарозы составило соответственно 9,29 мг/г и 12,53 мг/г. Среднее содержание фруктозы было почти в 2 раза меньше содержания сахарозы (6,21 мг/г), а содержания рафинозы и целлобиозы составили соответственно 1,16 мг/г и 0,29 мг/г.

Таким образом, установлено наличие 3 полиолов, 2 ненасыщенных и 3 насыщенных жирных кислот, а также 2 моносахаридов, 2 дисахаридов и 1 трисахарид. Среднее содержание суммы полиолов составило 1,29 мг/г, жирных кислот – 2,01 мг/г, а свободных углеводов – 29,33 мг/г. Содержание всех трех групп изученных веществ характеризуется большой вариабельностью, особенно значительны показатели вариабельности индивидуальных веществ.

Таблица 2

Table 2

Количественное содержание полиолов в подземных органах элеутерококка колючего  
в пересчете на сухое вещество, мг/г

Quantitative content of polyols in the underground organs of Eleutherococcus senticosus in terms of dry matter, mg/g

№ п/п	Место сбора Collection place	Сроки сбора Collection time	Арабитол Arabitol	Маннитол Mannitol	Инозитол Inositol	Сумма полиолов Sum of the polyols
1	Еврейская автономная область, Ленинский район, окр. с. Куколево Jewish Autonomous Region, Leninsky district, surroundings of the village of Kukolevo	10.2021	0.14	0.42	0.73	1.29
2	Приморский край, Красноармейский район, окр. с. Мельничное Primorsky Territory, Krasnoarmeysky district, surroundings of the village of Melnichnoe	08.2019	0.51	0.78	1.20	2.49
3	Приморский край, Кавалеровский район, окр. п.г.т. Кавалерово Primorsky Territory, Kavalerovsky district, surroundings of the village of Kavalerovo	07.2019	0.08	1.94	0.57	2.59
4	Приморский край, Арсеньевский городской округ, окр. г. Арсеньев Primorsky Territory, Arsenyevsky urban district, surroundings of the town of Arsenyev	10.2021	0.14	0.47	1.29	1.9
5	Приморский край, Кавалеровский район, окр. п.г.т. Кавалерово Primorsky Territory, Kavalerovsky district, surroundings of the village of Kavalerovo	10.2021	0.06	0.30	0.49	0.85
6	Приморский край, Чугуевский район, окр. с. Чугуевка Primorsky Krai, Chuguevsky district, surroundings of the village of Chuguevka	08.2021	0.03	0.10	0.38	0.51
7	Амурская область (промышленный образец 1) Amur region (manufacturing sample 1)	09.2021	0.19	0.66	0.36	1.21
8	Амурская область (промышленный образец 2) Amur region (manufacturing sample 2)	05.2021	0.05	0.03	0.19	0.27
9	Приморский край (промышленный образец) Primorsky Territory, (manufacturing sample)	05.2020	0.16	0.16	0.49	0.81
10	Хабаровский край (промышленный образец) Khabarovsk region (manufacturing sample)	05.2021	0.45	0.25	0.27	0.97
$\bar{X}$			0.18	0.51	0.60	1.29
$S^2$			0.03	0.31	0.14	0.63
$X_{\min}$			0.03	0.03	0.19	0.27
$X_{\max}$			0.51	1.94	1.29	2.59
$V, \%$			92	109	63	62

Таблица 3

Table 3

Количественное содержание свободных сахаров в подземных органах элеутерококка колючего  
в пересчете на сухое вещество, мг/г

Quantitative content of free sugars in the underground organs of *Eleutherococcus senticosus* in terms of dry matter, mg/g

№ п/п	Место сбора Collection place	Сроки сбора Collection time	Fuc	Glc	Cel	Suc	Raf	Сумма сахаров Sum of the sugars
1	Еврейская автономная область, Ленинский район, окр. с. Куколево Jewish Autonomous Region, Leninsky district, sur- roundings of the village of Kukolevo	10.2021	7.86	10.82	0.17	20.50	1.06	40.41
2	Приморский край, Красноармейский район, окр. с. Мельничное Primorsky Territory, Krasnoarmeysky district, sur- roundings of the village of Melnichnoe	08.2019	8.84	15.55	0.15	10.49	0.11	35.14
3	Приморский край, Кавалеровский район, окр. п.г.т. Кавалерово Primorsky Territory, Kavalerovsky district, sur- roundings of the village of Kavalerovo	07.2019	4.90	7.75	0.58	17.63	0.35	31.21
4	Приморский край, Арсеньевский городской округ, окр. г. Арсеньев Primorsky Territory, Arsenyevsky urban district, surroundings of the town of Arsenyev	10.2021	15.71	19.79	0.56	24.55	7.26	67.87
5	Приморский край, Кавалеровский район, окр. п.г.т. Кавалерово Primorsky Territory, Kavalerovsky district, sur- roundings of the village of Kavalerovo	10.2021	8.44	11.51	0.87	19.69	0.22	40.73
6	Приморский край, Чугуевский район, окр. с. Чугуевка Primorsky Krai, Chuguevsky district, surroundings of the village of Chuguevka	08.2021	3.66	6.47	0.13	4.15	0.16	14.57
7	Амурская область (промышленный образец 1) Amur region (manufacturing sample 1)	09.2021	3.01	6.59	0.04	3.17	0.75	13.56
8	Амурская область (промышленный образец 2) Amur region (manufacturing sample 2)	05.2021	2.00	3.21	0.003	5.91	0.15	11.27
9	Приморский край (промышленный образец) Primorsky Territory, (manufacturing sample)	05.2020	3.77	5.43	0.07	16.88	0.39	26.54
10	Хабаровский край (промышленный образец) Khabarovsk region (manufacturing sample)	05.2021	3.89	5.74	–	2.32	–	11.95
$\bar{X}$			6.21	9.29	0.29	12.53	1.16	29.33
$S^2$			16.93	26.53	0.09	68.25	5.33	321.78
$X_{\min}$			2.00	3.21	0.00	2.32	0.11	11.27
$X_{\max}$			15.71	19.79	0.87	24.55	7.26	67.87
$V, \%$			66	55	107	66	199	61

Примечание: Fuc – фруктоза, Glc – глюкоза, Suc – сахароза, Cel – целлобиоза, Raf – рафиноза.  
«–» – отсутствие вещества или содержание ниже, чем предельно обнаруживаемая концентрация.

Note: Fuc – fructose, Glc – glucose, Suc – sucrose, Cel – cellobiose, Raf – raffinose. “–” – the absence of a substance or a content lower than the maximum detectable concentration.

### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

### ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена И.А. Прокопьевым в рамках государственных заданий БИН РАН (122011700249-1) и ИБПК СО РАН (АААА-А21-121012190035-9).

### ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Комарова А.А. – идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи; Степанова Т.А. – идея, обработка материала, написание статьи; Прокопьев И.А. – идея, научное консультирование.

### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание. Элеутерококка колючего корневища и корни. 2018:6649-6660. [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIV edition. Eleutherococcus senticosus rhizomes and roots. 2018: 6649-6660 (in Russ.)]
2. Gerontakos S., Taylor A., Avdeeva A.Y., Shikova V.A., Pozharitskaya O.N., Casteleijn D., Wardle J., Shikov A.N. Findings of Russian literature on the clinical application of Eleutherococcus senticosus (Rupr. & Maxim.): A narrative review. *J Ethnopharmacol.* 2021;278:114274. DOI: 10.1016/j.jep.2021.114274.
3. Huang L., Zhao H., Huang B., Zheng C., Peng W., Qin L. Acanthopanax senticosus: review of botany, chemistry and pharmacology. *Pharmazie.* 2011;66(2):83-97.
4. Jia A., Zhang Y., Gao H., Zhang Zh., Zhang Y., Wang Zh., Zhang J., Deng B., et al. A review of Acanthopanax senticosus (Rupr. and Maxim.) Harms: From ethnopharmacological use to modern application. *J Ethnopharmacol.* 2021;65(10):113586-113603. DOI: 10.1016/j.jep.2020.113586.
5. Li T., Ferns K., Yan Z.-Q., Yin S.-Y., Kou J.-J., Li D., Zeng Zh., Yin L., et al. Acanthopanax senticosus: Photochemistry and Anticancer Potential. *Am J Chin Med.* 2016;44(8):1543-1558. DOI: 10.1142/S0192415X16500865.
6. Liu J., Sun Ch., Yao Ch. The research of measuring eleutheroside B, eleutheroside E and flavonoid secondary metabolites content of root of Acanthopanax senticosus by UPLC — MS /MS simultaneously. *Journal of Jilin forestry science and technology.* 2017;46(4):7-13. DOI: 10.16115/j.cnki.issn.1005-7129.2017.04.003
7. Живетьев М.А., Граскова И.А., Дударева Л.В., Столбикова А.В., Войников В.К. Изменение жирнокислотного состава в растениях при гипотермической адаптации. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry.* 2010;6(4):51-65 [Zhivet'ev M.A., Graskova I.A., Dudareva L.V., Stolbikova A.V., Voinikov V.K. Change of fatty-acid composition in plants during adaptation to hypothermia. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry.* 2010;6(4):51-65 (in Russ.)]. EDN: MWDUYX.
8. O'Quin J.B., Bourassa L., Zhang D., Shockey J.M., Gidda S.K., Fosnot S., Chapman K.D., Mullen R.T., Dyer J.M. Temperature-sensitive post-translational regulation of plant  $\omega$ 3 fatty-acid desaturases is mediated by the endoplasmic reticulum-associated degradation pathway. *J Biol Chem.* 2010;285(28): 21781-21796. DOI: 10.1074/jbc.M110.135236.
9. Sakurai K., Shen C., Shiraiishi I., Inamura N., Hisatsune T. Consumption of Oleic Acid on the Preservation of Cognitive Functions in Japanese Elderly Individuals. *Nutrients.* 2021;13(2):284. DOI: 10.3390/nu13020284.
10. Liu X., Hao J., Yao E., Cao J., Zheng X., Yao D., Zhang C., Li J., et al. Polyunsaturated fatty acid supplement alleviates depression-incident cognitive dysfunction by protecting the cerebrovascular and glymphatic systems. *Brain Behav Immun.* 2020;89:357-370. DOI: 10.1016/j.bbi.2020.07.022.
11. Abeywardena M.Y., Head R.J. Longchain n-3 polyunsaturated fatty acids and blood vessel function. *Cardiovasc Res.* 2001;52(3):361-371. DOI: 10.1016/s0008-6363(01)00406-0.
12. Якубова М.М. Экологические аспекты биохимической адаптации. *Известия Академии наук Республики Таджикистан (отделение биологических и медицинских наук).* 2011;174(1):77-88 [Yakubova M. M. Ecological aspects of biochemical adaptation. *Izvestiya Akademik nauk Respubliki Tadjikistan (otdeleniye biologicheskikh i meditsinskikh nauk).* 2011;174(1):77-88 (in Russ.)]. EDN: ODQGIR.
13. Попова Т.С., Терёшина Н.С. Углеводы в почках и листьях черной смородины. *Фармация.* 2013;(8):10-13 [Popova T.S., Teryoshina N.S. Carbohydrates in the blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) buds and leaves. *Farmatsiya.* 2013;(8):10-13 (in Russ.)]. EDN: RRSLPB.
14. Позднякова Т.А., Бубенчиков Р.А. Герань сибирская: содержание жирных и органических кислот. *Фармация.* 2014;(8):13-15 [Pozdnyakova T.A., Bubenchikov R.A. Siberian crane's-bill (*Geranium sibiricum* L.): content of fatty and organic acids. *Farmatsiya.* 2014;(8):13-15 (in Russ.)]. EDN: TCXAUZ.
15. *Pharmacopoeia Commission of the Ministry of Health of the People's Republic of China.* Pharmacopoeia of the People's Republic of China. Radix et Rhizoma seu Caulis Acanthopanax Senticosi. 2020:215-215.
16. York W.S., Darvill A.G., McNeil M., Stevenson T.T., Albersheim P. Isolation and characterization of cell walls and cell wall components, *Methods in enzymology.* 1986;118:3-40.
17. *Standard Reference Data Program.* National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, Standard Reference Database IA. URL: <http://www.nist.gov/srd/nist1a.htm>

Поступила в редакцию 29.11.2023

Подписана в печать 25.05.2024

Для цитирования: Комарова А.А., Степанова Т.А., Прокопьев И.А. содержание свободных жирных кислот и углеводов в подземных органах элеутерококка колючего (*Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim.). *Человек и его здоровье*. 2024;27(1):57–64. DOI: 10.21626/vestnik/2024-1/07. EDN: ZNHUSX.

## CONTENT OF FATTY ACIDS AND FREE CARBOHYDRATES IN THE UNDERGROUND ORGANS OF ELEUTHEROCOCCUS SENTICOSUS (RUPR. ET MAXIM.) MAXIM.)

© Komarova A.A.<sup>1</sup>, Stepanova T.A.<sup>1</sup>, Prokop'ev I.A.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Far Eastern Medical University (FESMU)

35, Muravyov-Amursky St., Khabarovsk, Khabarovsk krai, 680000, Russian Federation

<sup>2</sup> Komarov Botanical Institute (BIN)

2, Prof. Popov St., Saint Petersburg, 197376, Russian Federation

<sup>3</sup> Institute for Biological Problems of Cryolithozone (IBPC SB RAS)

41, Lenin Ave., Republic of Sakha, Yakutsk, 677980, Russian Federation

**Objective:** determination of the qualitative and quantitative content of free fatty acids and free carbohydrates in various samples of *Eleutherococcus* raw materials collected in the Russian Far East.

**Materials and methods.** The samples used for the study were rhizomes and roots of *Eleutherococcus* collected in the Primorsky and Khabarovsk Territories, Amur and Jewish Autonomous Regions. The composition of the constituents was studied by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS).

**Results.** In the samples analysed, 3 polyols (sugar alcohols), 6 sugars and 5 fatty acids were identified. The group of polyols identified includes arabitol, mannitol and inositol. From the group of fatty acids, palmitic, margaric, stearic, linoleic and oleic acids were identified. The carbohydrate group includes fructose, allose, glucose, cellobiose, sucrose and raffinose. The quantitative content was evaluated for each compound. In the fatty acid complex, the highest content was found for linoleic acid (1.15 mg/g). The dominant components of the carbohydrate complex were found to be sucrose and glucose with respective contents of 9.29 mg/g and 12.53 mg/g. The average content of total polyols was 1.29 mg/g, fatty acids – 2.01 mg/g and free carbohydrates – 29.51 mg/g. Significant variability was observed in the quantitative content not only of individual substances, but also in the sum of substances of different groups. The coefficients of variability of the content of individual substances ranged from 47 to 199%, and the amounts of fatty acids, polyols and free carbohydrates from 61 to 62%.

**Conclusion.** Thus, presence of 3 polyols, 6 sugars and 5 fatty acids was detected. A quantitative assessment of their content and statistical processing of the data obtained were carried out. It has been shown that the quantitative content of the compounds in the samples studied is characterized by a significant variability.

**Keywords:** *Eleutherococcus senticosus*; fatty acid; carbohydrates; biologically active substances; variability; variability.

**Komarova Aitalyina Kuo A.** – Pharmacy resident at the Department of Pharmacy and Pharmacology, FESMU, Khabarovsk, Russian Federation. ORCID iD: 0009-0003-3017-6541. E-mail: aytakom26@gmail.com (corresponding author)

**Stepanova Tatyana A.** – DR. Sci. (Pharm.), Professor at the Department of Pharmacy and Pharmacology, FESMU, Khabarovsk, Russian Federation. ORCID iD: 0009-0005-5352-5657. E-mail: tastep01@yandex.ru

**Prokop'ev Ilya A.** – Cand. Sci. (Bio.), Senior Researcher, BIN RAS, St. Petersburg, Russian Federation; leader researcher at IBPC SB RAS, Yakutsk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-8755-7140. E-mail: ilya.a.prokopiev@gmail.com

### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

### SOURCE OF FINANCING

The work was performed by I.A. Prokop'ev within the framework of the state assignments of the BIN RAS (122011700249-1) and IBPC SB RAS (AAAAA 21-121012190035-9)

### AUTHORS CONTRIBUTION

Komarova A.A. – idea, collection of material, processing of material, writing an article; Stepanova T.A. – idea, processing of material, writing an article; Prokop'ev I.A. – idea, scientific consulting.

Received 29.11.2023

Accepted 25.05.2024

**For citation:** Komarova A.A., Stepanova T.A., Prokop'ev I.A. Content of fatty acids and free carbohydrates in the underground organs of *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim.). *Humans and their health*. 2024;27(1):57–64. DOI: 10.21626/vestnik/2024-1/07. EDN: ZNHUSX.