

ЭФИРОМАСЛИЧНЫЕ И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯУДК[^] 581.6:615.322:664.87:613.292**РАЗРАБОТКА СОСТАВА И ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА ЭКСТРАКЦИИ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО ФИТОКОМПЛЕКСА****Юлия Валерьевна Лавриненко¹, Вячеслав Алексеевич Морозов¹,
Марина Сергеевна Макиева¹, Шевчук Оксана Михайловна²**¹Северо-Осетинский государственный университет им. Коста Левановича Хетагурова
362025, Республика Северная Осетия – Алания, г. Владикавказ, ул. Ватутина, 44-46² Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

298648, Республика Крым, м.о. Город-курорт Ялта,

тер. Никитский ботанический сад, зд. 1, стр. 1

E-mail: lavriyuliya@yandex.ru, oksana_shevchuk1970@mail.ru

Проведено исследование по разработке оптимального состава и эффективного метода экстракции биологически активных веществ для создания фитокомплекса с иммуномодулирующим действием на основе растительного сырья лекарственных растений. Обоснован состав фитокомплекса, включающий 12 видов растений: лимонник китайский, шиповник, первоцвет крупночашечный, липа, иван-чай узколистый, Melissa лекарственная, душица обыкновенная, малина, облепиха крушиновидная, мята перечная, чабрец, смородина черная. Разработан эффективный метод экстракции биологически активных веществ, предусматривающий сочетанное применение этилового спирта 70% и 90%, экстрагирование способами противоточной периодической экстракции в режиме перколяции и реперколяции, экстракцию методом газожидкостной экстракции сжиженным газом CO₂ (для плодов облепихи крушиновидной). Определены качественное и количественное содержание биологически активных веществ (аскорбиновой кислоты, суммы флавоноидов, суммы каротиноидов, фенилпропаноидов, водорастворимых полисахаридов) в полученных экстрактах.

Ключевые слова: *фитокомплекс; биологически активные вещества; экстракция***Введение**

Современные тенденции развития общества повлекли за собой изменения потребляемых продуктов питания в сторону увеличения в рационе человека доли полуфабрикатов, заменителей органической продукции и продукции с высоким содержанием калорий, свободных сахаров, солей, консервантов, ароматизаторов, искусственных вкусовых добавок, трансжиров и прочих неблагоприятных для здоровья человека ингредиентов. Это влечет за собой увеличение количества патологий, таких как ожирение, сахарный диабет, сердечно-сосудистые и онкологические заболевания. Сегодня имеется необходимость стимулирования и переориентации пищевой промышленности на обеспечение людей органической продукцией, способствующей сохранению здоровья. Немаловажная роль в этом отведена включению в ежедневный рацион продуктов функционального питания на натуральной основе, потребление которых должно служить насыщению организма биологически активными веществами натурального происхождения, витаминами и микроэлементами [18]. Одним из путей решения обозначенной проблемы является создание новой, и оптимизация линейки уже существующей продукции, для чего представляется необходимым поиск источников сырья для этой продукции и разработка технологии их переработки.

Учитывая актуальность обозначенных выше проблем, исследование посвящено разработке биологически активного фитокомплекса с общеукрепляющим и иммуномодулирующим эффектом для дальнейшего включения его в состав функциональных продуктов питания.

Цель данного исследования – разработка оптимального состава и эффективного метода экстракции биологически активных веществ для создания биологически активного фитокомплекса, обладающего общеукрепляющим и иммуномодулирующим действием.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- обосновать состав фитокомплекса, состоящего из видов растений – перспективных источников лекарственного сырья;
- выявить эффективные методы экстракции биологически активных веществ из растительного сырья видов растений фитокомплекса;
- провести химический анализ полученных экстрактов.

Объекты и методы исследования

В природных фитоценозах Республики Северная Осетия-Алания (РСО-Алания) произрастает свыше 600 лекарственных и пищевых растений [10]. Для исследований были взяты виды растений, удовлетворяющие следующим требованиям:

- не являющиеся ядовитыми и не содержащие в сырье сильнодействующих веществ;
- не являющиеся редкими видами (согласно Красной книги РФ);
- являющиеся ресурсными видами с доступностью растительного сырья для массовых заготовок;
- обладающие доказанным общеукрепляющим и иммуномодулирующим действием.

Используя литературные данные [1-5, 7, 9, 19, 21, 22], а также данные ранее проведенных собственных исследований [13, 16], в качестве объектов исследования нами были выбраны 12 видов лекарственных растений, удовлетворяющие вышеперечисленным требованиям (табл. 1).

Таблица 1

Перечень растений, выбранных в качестве источников сырья для фитокомплекса

Название растения	Сырье	Происхождение сырья
Лимонник китайский <i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill. (<i>Kadsura chinensis</i> Turcz., <i>Maximowiczia chinensis</i> (Turcz.) Rupr.) ¹	Листья, побеги (<i>Schisandrus folia</i> , cornus)	Культивируется на территории РСО-Алания
Шиповник - <i>Rosa</i> sp. ²	Плоды (<i>Fructus Rosae</i>)	Природные фитоценозы в нижнегорном и среднегорном поясах РСО-Алания
Первоцвет крупночашечный <i>Primula macrocalyx</i> Bunge (<i>Primula inflata</i> ssp. <i>macrocalyx</i> (Bunge) O. Schwarz, <i>Primula officinalis</i> var. <i>macrocalyx</i> (Bunge) K. Koch, <i>Primula veris</i> ssp. <i>macrocalyx</i> (Bunge) Lüdi	Трава (<i>Primulae herba</i>)	Природные фитоценозы в нижнегорном и среднегорном поясах РСО-Алания
Липа - <i>Tilia</i> sp. ³	Цветки, листья (<i>Tiliae flores, folia</i>)	Природные фитоценозы в нижнегорном поясе РСО-Алания
Иван-чай узколистный <i>Epilobium angustifolium</i> L. (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Schur)	Листья (<i>Epilobium folia</i>)	Природные фитоценозы в среднегорном и высокогорном поясах РСО-Алания
Мелисса лекарственная <i>Melissa officinalis</i> L.	Трава (<i>Melissae officinalis herba</i>)	Культивируется на территории РСО-Алания

Название растения	Сырье	Происхождение сырья
Душица обыкновенная <i>Origanum vulgare</i> L.	Трава (<i>Origanum herba</i>)	Природные фитоценозы в степном и среднегорном поясах РСО-Алания
Малина - <i>Rubus sp.</i> ⁴	Листья (<i>Rubi idaei folia</i>)	Природные фитоценозы в нижнегорном и среднегорном поясах РСО-Алания
Мята перечная <i>Mentha × piperita</i> L.	Листья (<i>Menthae piperitae folia</i>)	Культивируется на территории РСО-Алания
Чабрец - <i>Thymus sp.</i> ⁵	Трава (<i>Serpylli herba</i>)	Природные фитоценозы в среднегорном и верхнегорном поясах РСО-Алания
Смородина черная <i>Ribes nigrum</i> L.	Листья (<i>Ribea folia</i>)	Культивируется на территории РСО-Алания
Облепиха крушиновидная <i>Elaeagnus rhamnoides</i> (L.) A. Nelson <i>Hippophaë rhamnoides</i> L.)	Плоды сухие (<i>Hippophaës rhamnoidis fructus siccus</i>)	Природные фитоценозы в нижнегорном и среднегорном поясах РСО-Алания

Примечания: ¹В скобках приведено синонимы латинских названий видов.

² – родовой комплекс включает виды: *R. corymbifera* Borkh., *R. canina* L., *R. ophiostes* Boiss. (*R. svanetica* Cr. p. ex Sommier & Levier).

³ – родовой комплекс включает виды: *T. cordata* Mill., *T. begoniifolia* Steven (*T. caucasica* Rupr., *T. platyphyllos ssp. caucasica* (Rupr.) Loria).

⁴ – родовой комплекс включает виды: *R. idaeus* L., *R. buschii* (Rozanova) Grossh.

⁵ – родовой комплекс включает виды: *Th. pulegioides* subsp. *pannonicus* (All.) Kerguelen (*Th. marschallianus* Willd.), *Th. daghestanicus* Klokov & Des.-Shost., *Th. nummularius* M.Bieb.

Подготовка сухого растительного сырья, экстрагентов, растворителей и параметров газо-жидкостной экстракции липофильных компонентов, основывались на стандартных подходах, широко используемых в фармацевтической и общей технологической практиках [2, 6].

Таблица 2

Способы получения экстрактов из растительного сырья

Сырье	Способы экстракции	Коэффициенты поглощения жидкости	Экстрагенты
Побеги лимонника китайского	Мацерация, перколяция, реперколяция	2,6	Спиртоводные смеси, 70% и 90%
Плоды шиповника	то же	1,2	то же
Листья первоцвета крупночашечного	«-«	2,6	«-«
Листья и цветки липы	«-«	2,6	«-«
Листья иван-чая узколистного	«-«	3,0	«-«
Листья Melissa лекарственной	«-«	3,4	«-«
Трава душицы обыкновенной	«-«	3,2	«-«
Листья малины	«-«	2,6	«-«
Листья мяты перечной	«-«	3,4	«-«
Трава чабреца	«-«	3,0	«-«
Листья смородины черной	«-«	3,2	«-«
Плоды облепихи крушиновидной	газо-жидкостная экстракция	-	сжиженный газ CO ₂

На первом этапе опытным путем по стандартной методике определяли коэффициенты поглощения жидкости изучаемого сырья для каждого из исследуемых объектов.

Экстракцию плодов облепихи крушиновидной проводили газожидкостным способом, что обусловлено необходимостью извлечения липофильных компонентов. Экстракцию остальных источников сырья проводили спиртоводными (вода+этиловый спирт) смесями двух концентраций (70% и 90%). Результаты выбора экстрагентов, способов экстракции и коэффициентов поглощения жидкости представлены в таблице 2.

Учитывая использование двух экстрагентов и необходимость максимально полной вытяжки биологически активных веществ, экстрагирование проводили способами противоточной периодической экстракции в режиме перколяции и реперколяции. Время экстракции определяли по времени максимального содержания активных веществ.

Экстрагирование вели до максимального истощения сырья, определяемого визуально, по наличию или отсутствию окраски вытяжки.

Первоначально растительное сырье измельчали с помощью траворезок и дисмембратора до размера частиц 1-2 мм. Определение размера частиц проводили с помощью ситовой классификации, просеивая через сито соответствующего размера. Далее, используя технологию щадящего смешения, готовили смесь, из расчета 100 г на один перколятор. Полученную смесь заливали спиртоводной смесью концентрации 70% и настаивали в течении двух часов, потом помещали в перколяторы. Экстракция включала два этапа: в первый перколятор подавали чистый экстрагент в концентрации 70%, в последующие - отпуск из предыдущих; далее повторяли процесс с чистым экстрагентом в концентрации 90%. Перколяцию вели до истощения сырья.

Полученные после обоих этапов вытяжки объединяли, отгоняли экстрагент и упаривали до объема из расчета фаз сырье-экстрагент 1:8. Здесь следует отметить, что использование такого подхода позволяет получать вытяжку с требуемой расчетной концентрацией сухих веществ, в дальнейшем, технология этого процесса, режимы отгонки экстрагента и упаривания вытяжки будут зависеть от технологических характеристик оборудования.

Полученные вытяжки каждого вида сырья были проанализированы на содержание в них биологически активных соединений, обладающих общеукрепляющим и иммуномодулирующим действием: аскорбиновой кислоты, фенолпропаноидов, суммы флавоноидов и полисахаридов. Исследование содержания данных соединений в экстрактах проводили методами прямой и дифференциальной спектрофотометрии, а также титрованием [6, 8, 11, 14, 20].

Для экстрагирования фитокомплекса все сырье брали в одинаковых пропорциях.

Для липофильных веществ (каротиноиды) сухих плодов облепихи крушиновидной была выбрана газожидкостная экстракция сжиженным газом CO_2 под давлением. Опытным путем установлена оптимальная влажность плодов облепихи в диапазоне 16-18% [20]. 100 г сухих плоды облепихи крушиновидной массой помещали в цилиндр экстрактора, под давлением осуществляли подачу части CO_2 из силового цилиндра, настаивали, затем осуществляли подачу остальной рабочей части CO_2 . Параметры экстракции составили: давление – 40 Мпа, температура – в режимах от 20 до 100°C, критерий расхода флюида – 1,7 ($\pm 0,05$) кг/ч, внутренний диаметр цилиндра экстрактора – 70 мм, внутренний объем рабочего экстрактора – 0,993 л, время настаивания в среде диоксида углерода после подачи из силового цилиндра – 10 мин, степень чистоты сжиженного CO_2 – 98,87%.

Все исследования проводили в шести повторностях, результаты анализа подтверждались статистически.

Результаты и обсуждение

В таблице 3 приведены данные количественного анализа содержания биологически активных веществ в полученных экстрактах. Выявлено, что для экстракции разных видов сырья оптимальными оказались разные концентрации спирта, что обусловило в разработке метода комплексной экстракции использовать подход, сочетающий применение двух экстрагентов.

С целью оценки эффективности разработанного метода комплексной экстракции смеси растительного сырья сравнивали содержание веществ в индивидуальных экстрактах и комплексном экстракте, который экстрагировали последовательно 70% и 90% спиртом по описанной выше методике (табл. 3).

Изучение содержания аскорбиновой кислоты в исследуемом растительном сырье показало, что наибольшее ее количество характерно для плодов шиповника и листьев смородины (110 мг/100 г и 106 мг/100 г соответственно) при экстракции 70% этиловым спиртом. В остальном сырье количество аскорбиновой кислоты существенно ниже (табл. 3). Необходимо отметить, что экстракция 90% спиртом уменьшает содержание аскорбиновой кислоты в экстрактах в два и больше раз.

Таблица 3

Содержание биологически активных веществ в экстрактах растительного сырья и фитокомплекса

Сырье	Экстрагент спирт, %	Аскорбиновая кислота, мг/ в 100 г	Сумма флавоноидов (в пересчете на рутин), %	Фенилпропаноиды (в пересчете на схизандрол А), мкг/в 100 г	Сумма полисахаридов, г/мл
Побеги лимонника китайского	70	-	0,070	3,604	-
	90	-	0,215	180,22	-
Плоды шиповника	70	110	0,085	-	-
	90	70	0,097	-	-
Листья первоцвета крупночашечного	70	4,2	2,239	-	0,28
	90	2,8	2,126	-	0,017
Листья и цветки липы	70	3,2	1,592	-	0,61
	90	2,0	1,061	-	0,32
Листья иван-чая узколистного	70	8,38	1,114	-	0,42
	90	5,89	0,623	-	0,022
Листья Melissa лекарственной	70	3,0	0,285	-	-
	90	1,7	0,258	-	-
Трава душицы обыкновенной	70	1,85	1,081	-	-
	90	0,75	0,725	-	-
Листья малины	70	6,91	2,636	-	0,55
	90	3,76	2,558	-	0,29
Листья мяты перечной	70	1,98	1,43	-	-
	90	0,87	1,06	-	-
Трава чабреца	70	1,65	1,256	-	-
	90	0,48	0,472	-	-
Листья смородины черной	70	106	0,843	-	-
	90	68	0,139	-	-
Фитокомплекс (11 компонентов)	70/90	19,2	1,05	14,74	0,16

Наибольшее количество флавоноидов выявлено в листьях первоцвета и в листьях малины, причем количество флавоноидов в экстракте данных видов растений практически не зависит от экстрагента. Экстракция 70% спиртом позволяет получить экстракт с более высоким содержанием флавоноидов из листьев и цветков липы, травы душицы обыкновенной, листьев мяты перечной и травы чабреца (1,592; 1,081, 1,43 и

1,25% соответственно), 90% - из побегов лимонника китайского (0,215%). Полисахариды обнаружены в сырье первоцвета, липы иван-чая и малины. Наибольшее количество (0,61 г/мл и 0,55 г/мл) отмечено в экстрактах из сырья липы и малины 70% спиртом. Фенилпропаноиды, характерные только для сырья лимонника китайского, максимально (в количестве 180,22 мкг) экстрагируются 90% спиртом (рисунок).

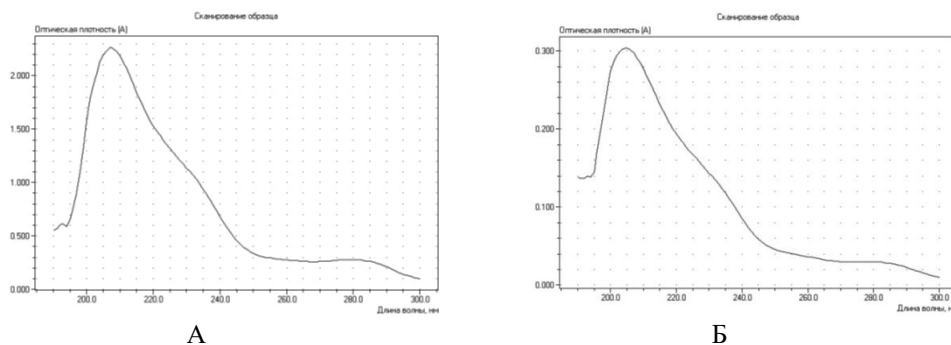


Рис. Спектр поглощения полифенолов в экстракте из сырья лимонника китайского 90%(А) и 70% (Б) спиртовой смеси

Полученные данные свидетельствуют о том, что экстрагент существенно влияет на содержание биологически активных веществ в экстрактах, которое можно регулировать упариванием до нужной концентрации, что позволяет использовать метод в дальнейшем для получения биологически активного фитокомплекса с заданным составом БАВ.

Полученный методом газожидкостной экстракции сжиженным газом CO_2 из плодов облепихи представляет собой оранжевую густую, слаботекущую при комнатной температуре субстанцию, с приятным, характерным для плодов облепихи запахом. Экстракт плохо растворим в спирте; не растворим в воде. Сумма каротиноидов в экстракте из плодов облепихи крушиновидной, в пересчете на β -каротин, определенный методом хромато-масс-спектрометрии составляет 8,7 мг на 100 г.

Далее провели сравнение содержания биологически активных веществ в полученном нами экстракте фитокомплекса, состоящего из 12 видов растений, с современными нормами потребностей человека [15] и установили, что в 100 г экстракта фитокомплекса содержится:

- 1) 19,2 мг аскорбиновой кислоты, что составляет примерно 19% суточной нормы потребления;
- 2) 1,05 г флавоноидов – 400% суточной нормы, что, однако, не превышает верхний допустимый уровень потребления;
- 3) 8,7 мг каротиноидов – около 170 % суточной нормы, верхний допустимый уровень не установлен;
- 4) 14,74 мкг фенилпропаноидов, нормы потребления для которых не установлены, в литературе имеются сведения об их адаптогенном и иммуномодулирующем действии [12].

Выводы

Подводя итоги проведенного исследования, необходимо отметить следующие моменты. Фитокомплекс, состоящий из растительного сырья 12 видов лекарственных растений (лимонник китайский, шиповник, первоцвет крупночашечный, липа, иван-чай узколистный, мелисса лекарственная, душица обыкновенная, малина, облепиха крушиновидная, мята перечная, чабрец, смородина черная, облепиха) является

биологически активным, благодаря высокому содержанию аскорбиновой кислоты, флавоноидов, полифенолов, полисахаридов и каротиноидов.

Разработан эффективный метод получения экстрактов с высоким содержанием биологически активных веществ, предусматривающий применение двух экстрагентов (этиловый спирт 70% и этиловый спирт 90%), экстрагирование способами противоточной периодической экстракции в режиме перколяции и реперколяции, газожидкостной экстракции сжиженным газом CO₂ (для плодов облепихи крушиновидной).

Определено качественное и количественное содержание биологически активных веществ (аскорбиновой кислоты, суммы флавоноидов, суммы каротиноидов, фенилпропаноидов, водорастворимых полисахаридов) в полученном фитокомплексе, обеспечивающее его биологическую активность, благодаря чему его можно рассматривать в качестве функциональной добавки к пище.

Список литературы

1. *Алексеева А.В., Мазур Л.И., Куркин В.А.* Мелисса лекарственная: перспективы использования в педиатрической практике // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2011. – Т. 90. – №. 1. – С.89-95.
2. *Алиев А.М., Степанов Г.В.* Исследование влияния давления на процесс сверхкритической экстракции биологически активных веществ из сырья растительного происхождения // Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика, 2006. – Том 1, № 1. – с. 101-105.
3. *Баймуродов Р.С.* Шиповник – профилактическое и лечебное средство // Электронный научный журнал «Биология и интегративная медицина». – 2017 – №10 (ноябрь) – С. 87-98.
4. *Болотова В.Ц.* Физико-химическое и фармакологическое изучение листьев липы сердцевидной и препаратов на их основе: Дисс. ... канд. фарм. наук. – СПб, 2002. – 194 с.
5. *Гаджимурадова Р.М., Саудалиева С.З.* Сравнительный анализ химического состава экстракта и настоя плодов шиповника // Неделя науки-2017. – 2017. – С. 345-347.
6. Государственная фармакопея Российской Федерации / МЗ РФ. XIV изд. Т.4. Москва, 2018. – 7019 с.
7. *Добрин Ю.В.* Изучение химического и элементного состава листьев лимонника китайского, заготовленных в Воронежской области // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2016. – №. 1. – С. 136-139.
8. *Егоров М.В., Куркин В.А.* Качественный и количественный анализ лекарственного препарата «Солодки сироп» // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. – [Электронный ресурс] – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=20746>
9. *Кароматов И.Д., Рустамова Г.Ю.* Лечебные свойства смородины // Биология и интегративная медицина. – 2018. – №. 5. – С. 32-47.
10. *Комжа А.Л., Сабеев А.Г.* Лекарственные растения и грибы // Природные ресурсы Республики Северная Осетия – Алания / Растительный мир. – Владикавказ, 2000. – С. 411-439.
11. *Куркин В.А. Зайцева, Е.Н., Морозова, Т. В., Правдивцева, О.Е., Авдеева, Е.В., Куркина, А.В., Агапов, А.И.* Изучение флавоноидов и антидепрессантной активности листьев и жидкого экстракта боярышника полумягкого // Химия растительного сырья. – 2018. – №. 4. – С. 105-112.
12. *Куркин В.А., Варина Н.Р., Авдеева Е. В., Рузаева И.В.* Фенилпропаноиды как класс природных биологически активных соединений – органопротекторов // Фармация и фармакология. – 2023. – Т. 11, № 5. – С. 399-411. DOI 10.19163/2307-9266-2023-11-5-399-411. EDN ENKGRK.

13. Лавриненко Ю.В., Плиева А.М., Христовова Г., Фронтасьева М.В., Зиньковская И., Ткаченко К.Г. Элементный состав травяных чаёв, исследованных с помощью инструментального нейтронного активационного анализа и атомной абсорбционной спектроскопии // Химия растительного сырья. – 2020. – №3. – С. 305-314.

14. Макиева М.С. Фармакотехнологические исследования дерматологических композиций с использованием лимонника китайского семян CO₂ экстракта: Дисс. ...канд. фарм. наук. – Пятигорск, 2016. – 120 с.

15. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации" (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.)

16. Морозов Ю.А., Макиева М.С., Морозова Е.В. Изучение элементного состава и числовых показателей надземных и подземных органов лимонника китайского // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №. 4. – С. 565-565.

17. ОФС 1.5.3 Определение влажности лекарственного растительного сырья и лекарственных средств растительного происхождения / 1,5,3 ОФС. — Текст: электронный // Государственная фармакопея Российской Федерации XV издания: [сайт]. – [Электронный ресурс] – URL: [https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-5/1-5-1/opredelenie-vlazhnosti-lekarstvennogo-rastitelnogo-syrya-i-lekarstvennykh-sredstv-rastitelnogo-prois/?ysclid=mmel7r9xjt610848257](https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-5/1-5-1/opredelenie-vlazhnosti-lekarstvennogo-rastitelnogo-syrya-i-lekarstvennykh-sredstv-rastitelnogo-prois/).

18. Плоскирева А.А. Николаева С.В. Роль обогащенных продуктов питания в формировании здоровья детей // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2011. – Т. 90. – № 6 – С. 59-63.

19. Полежаева И.В., Полежаева Н.И., Левданский В.А. Сравнительное исследование химического состава кипрея узколистного // Вестник КГУ. Естественные науки. – 2005. – №2. – С. 130-133.

20. Полухина Т.С., Нургалиева Г.Б. // Изучение количественного содержания аскорбиновой кислоты в надземной части Медуницы лекарственной (*Pulmonaria officinalis* L.) / Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции: в 4 частях, Пенза, 15 мая 2017 года. Том Часть 4. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2017. – С. 243-245.

21. Романова З.Р. Фармакогностическое исследование первоцвета весеннего и первоцвета крупночашечного // Автореферат дисс... канд. фарм. наук – Курск. – 2010. – 22 с.

22. Царёв В.Н., Базарнова Н.Г., Дубенский М.М. Кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* L.) химический состав, биологическая активность (обзор) // Химия растительного сырья. – 2016. – №. 4. – С.15-20.

Статья поступила в редакцию 28.12.2025 г.

Lavrinenko Ju.V., Morozov V.A., Makieva M.S., Shevchuk O.M. Development of a composition and an effective method for extracting a biologically active phytocomplex // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2026. – № 158. – P. 72-79

A study was conducted to develop an optimal composition and an effective method for extracting biologically active substances to create a phytocomplex with an immunomodulatory effect based on medicinal plant raw materials. The composition of the phytocomplex, including 12 plant species, was substantiated: Chinese magnolia vine, rose hips, large-cupped primrose, linden, fireweed, lemon balm, oregano, raspberry, common sea buckthorn, peppermint, thyme, and black currant. An effective method for extracting biologically active substances was developed, involving the combined use of 70% and 90% ethyl alcohol, extraction using countercurrent periodic extraction in percolation and repercolation modes, and extraction using gas-liquid extraction with liquefied CO₂ (for sea buckthorn fruits). The qualitative and quantitative content of biologically active substances (ascorbic acid, total flavonoids, total carotenoids, phenylpropanoids, and water-soluble polysaccharides) in the resulting extracts was determined.

Key words: *phytocomplex; biologically active substances; extraction*