

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-1-124-133>



Поступила 08.12.2024

Поступила после рецензирования 27.03.2025

Принята в печать 28.03.2025

© Жамсаранова С. Д., Ширеторова В. Г., Эрдынеева С. А., Тыхеев А. А., Лебедева С. Н., 2025

<https://www.fsjour.com/jour>

Научная статья

Open access

## ОЦЕНКА АДАПТОГЕННЫХ СВОЙСТВ ФИТОЧАЯ НА ОСНОВЕ ХВОИ И МИКРОСТРОБИЛОВ СОСЕН

Жамсаранова С. Д.<sup>1,3\*</sup>, Ширеторова В. Г.<sup>2</sup>, Эрдынеева С. А.<sup>3</sup>, Тыхеев А. А.<sup>1</sup>, Лебедева С. Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Улан-Удэ, Россия

<sup>2</sup> Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия

<sup>3</sup> Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова, Улан-Удэ, Россия

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АННОТАЦИЯ

*фиточай, иммуносупрессия, адаптогенные свойства, гистоморфология, тимус, селезенка*

В научном сообществе возрастает интерес к растительным антиоксидантам как к средствам алиментарного восстановления функциональных резервов организма после физических и эмоциональных нагрузок. Цель работы — оценка адаптогенного действия фиточая, разработанного на основе побочных продуктов сосны, произрастающей на территории Бурятии. Объектом исследований явилась растительная композиция (фиточай), состоящая из чайных листьев, облепихового жмыха, микростробилов и хвои сосновой. Адаптогенные свойства фиточая изучались на модели иммуносупрессии, вызванной цитостатиком азатиоприном, вводимым экспериментальным животным ежедневно перорально. Поведенческие реакции животных оценивались в тесте «Открытое поле»; общая физическая выносливость — в тесте «Плавание до упора». Гистоморфологический анализ органов проводился с использованием стандартных методов. В состоянии иммуносупрессии, вызванной азатиоприном, у животных снижалась исследовательская активность и физическая выносливость, повышалась тревожность, уменьшалась относительная масса иммунных органов (тимуса и селезенки) и увеличивалась относительная масса органа, детоксицирующего ксенобиотики — печени. Морфометрическими исследованиями установлено, что после введения азатиоприна в тимусе и селезенке мышей отмечались значительные морфофункциональные изменения, свидетельствующие о снижении функциональной активности органов. В тимусе наблюдалось уменьшение количества и размеров тимических телец Гассала, снижение ядродержащих клеток, а в селезенке — достоверное уменьшение средней площади фолликул в 2 раза и снижение толщины герминативных центров по сравнению с таковыми в интактной группе. Введение фиточая при применении азатиоприна позволило снизить его негативное воздействие, при этом некоторые показатели структур тимуса и селезенки соответствовали значениям интактной группы. ССА фиточая составило 430,48 мг / 100 мл. Восстановление неспецифической реактивности организма экспериментальных животных, подвергнутых иммуносупрессии, по-видимому, связано с антиоксидантной активностью биологически активных веществ, входящих в состав фиточая.

ФИНАНСИРОВАНИЕ: Исследование выполнено в соответствии с грантом Российского научного фонда № 24-26-20042, <https://rscf.ru/project/24-26-20042/>

Received 08.12.2024

Accepted in revised 27.03.2025

Accepted for publication 28.03.2025

© Zhamsaranova S. D., Shiretorova V. G., Erdyneeva S. A., Tykheev A. A., Lebedeva S. N., 2025

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Original scientific article

Open access

## ASSESSMENT OF THE ADAPTOGENIC PROPERTIES OF HERBAL TEA BASED ON PINE NEEDLES AND MICROSTROBILES

Sesegma D. Zhamsaranova<sup>1,3\*</sup>, Valentina G. Shiretorova<sup>2</sup>, Svetlana A. Erdyneeva<sup>3</sup>, Anatoly A. Tykheev<sup>1</sup>, Svetlana N. Lebedeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> East Siberian State University of Technology and Management Ulan-Ude, Russia

<sup>2</sup> Baikal Institute of Nature Management Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, Russia

<sup>3</sup> Banzarov Buryat State University, Ulan-Ude, Russia

### KEY WORDS:

*herbal tea, immunosuppression, adaptogenic properties, histomorphology, thymus, spleen*

### ABSTRACT

The scientific community shows an increasing interest to plant antioxidants as a means of alimentary restoration of functional reserves of the body after physical and emotional stresses. The aim of the work was to assess the adaptogenic activity of herbal tea developed on the basis of by-products of pine growing on the territory of Buryatia. The object of the research was a plant composition (herbal tea) consisted of tea leaves, sea-buckthorn press cake, pine microstrobiles and needles. Adaptogenic properties of herbal tea were studied on the model of immunosuppression caused by the cytostatic drug azathioprine administered to experimental animals every day orally. Behavioral reactions of animals were assessed in the open field test; the general physical endurance in the forced swim test with weight load. Histomorphological analysis of the organs was carried out using the standard methods. In the state of immunosuppression caused by azathioprine, the exploratory activity and physical endurance of animals decreased, anxiety increased, the relative weight of immune organs (thymus and spleen) decreased and the relative weight of the organ that detoxifies xenobiotics, liver, increased. Morphometric studies showed that after administration of azathioprine significant morphofunctional changes were observed in the thymus and spleen of mice, which suggested a decreased functional activity of the organs. A decrease in the number and size of thymic Hassal's bodies and a reduction of nucleated cells were observed in the thymus, while a significant two-fold decrease in the average area of follicles and a decrease in thickness of germinal centers were noticed in the spleen compared to those in the intact group. Introduction of herbal tea upon administration of azathioprine make it possible to alleviate its negative effect; with that, some indicators of the structures of the thymus and spleen corresponded to the values of the intact group. The summary content of

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Жамсаранова, С. Д., Ширеторова, В. Г., Эрдынеева, С. А., Тыхеев, А. А., Лебедева, С. Н. (2025). Оценка адаптогенных свойств фиточая на основе хвои и микростробилов сосен. *Пищевые системы*, 8(1), 124–133. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-1-124-133>

FOR CITATION: Zhamsaranova, S. D., Shiretorova, V. G., Erdyneeva, S. A., Tykheev, A. A., Lebedeva, S. N. (2025). Assessment of the adaptogenic properties of herbal tea based on pine needles and microstrobiles. *Food Systems*, 8(1), 124–133. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-1-124-133>

antioxidants in herbal tea was 430.48 mg / 100 ml. Restoration of the non-specific reactivity of the body of the experimental animals subjected to immunosuppression apparently is linked with the antioxidant activity of the biologically active substances in the composition of herbal tea.

FUNDING: The study was supported by the grant of the Russian Science Foundation No. 24-26-20042, <https://rscf.ru/project/24-26-20042/>

## 1. Введение

В последние десятилетия все более заметны негативные тенденции изменения окружающей среды и, соответственно, условий жизни, определяющих здоровье человека. Изменения климата, сопровождающиеся экстремальными погодными явлениями (жара, лесные пожары и др.) [1,2], факторы экологического стресса (загрязнение воздуха, шумовое загрязнение и химическое воздействие) [3,4], хронический психоэмоциональный стресс [5,6], гиподинамия, высокие физические нагрузки [7,8], неполноценное питание [9,10,11,12] — все это приводит к снижению адаптационных возможностей и функциональных резервов организма. Для повышения устойчивости организма к неблагоприятным факторам часто используют природные адаптогены, отличающиеся универсальностью и относительной безопасностью. Они повышают работоспособность и неспецифическую резистентность организма [13,14,15]. Применение растительных адаптогенов набирает популярность в пищевой промышленности, особенно в производстве напитков, из-за роста спроса на натуральные средства для снятия стресса и улучшения самочувствия [16,17]. Коррекция повседневного рациона с целью обеспечения организма эссенциальными макро- и микронутриентами имеет важное значение в профилактике возможных заболеваний [18,19].

Чай является наиболее потребляемым напитком после воды и считается важным компонентом рациона [20]. Отмечающаяся во всем мире тенденция роста потребления чая и чайных напитков с добавлением растительных компонентов обусловлена их пользой для здоровья и разнообразием вкусов [21,22]. Травяные чаи используются в качестве терапевтических средств в традиционной медицине [23]. Чай и чайные напитки на основе сосновой хвои традиционно пользуются популярностью в странах Востока, таких как Япония, Корея, Китай, а также на Дальнем Востоке России [24]. Широта распространения растений рода Сосна (*Pinus*), насчитывающего более 100 видов, содержание богатого спектра биологически активных веществ, ценные лечебные свойства обусловили их применение не только в народной медицине [25].

Нами разработан фиточай на основе побочных продуктов сосен — хвои и микростробилов сосны обыкновенной, сосны сибирской и кедрового стланика с добавлением облепихового жмыха [26]. Данное растительное сырье известно своими целебными свойствами и характеризуется богатой ресурсной базой. В состав фиточая входят следующие ингредиенты (в масс.%): хвоя сосновая (сосны сибирской или кедрового стланика) — 30, чайные листья — 30, микростробилов сосновые (сосны обыкновенной или кедрового стланика) — 20, жмых облепиховый сушеный — 20. Сосновая хвоя создает приятный вкусоароматический букет, содержит фитонциды, дубильные вещества, комплекс витаминов, макро- и микроэлементов [27]. Сосновые микростробилов (мужские шишки), заготавливаемые в мае-июне перед цветением с целью получения сосновой пыльцы (используется как лечебно-профилактическое средство и добавка в пищу) [28]. После созревания и высыпания из них пыльцы пустые микростробилов в количестве 90–95% от массы исходного сырья направляются в отходы. Исследования показали, что отходы сосновых микростробилов богаты полифенольными соединениями, эфирными маслами, макро- и микроэлементами [29,30]. Использование в составе композиции сушеного облепихового жмыха, получаемого после отделения сока и масла из цельных ягод прессованием, способствует улучше-

нию вкусовых качеств чая и обогащению биологически активными веществами. Ягодный облепиховый жмых содержит жирные и органические кислоты, спектр витаминов (С, В1, В2, Р, РР, Е), каротиноиды, макро- и микроэлементы, а также пектиновые вещества [31]. Используемые в составе фиточая хвоя и микростробилов сосен, жмых ягод облепихи являются побочным сырьем, рациональное использование которого является актуальной задачей. Таким образом, каждый компонент разработанного фиточая характеризуется богатым комплексом биологически активных веществ, многие из которых входят в состав известных адаптогенных растений [32–34]. Отмечено, что комбинации адаптогенных растений могут оказывать специфические эффекты благодаря синергетическим взаимодействиям в организме, недостижимым ингредиентами по отдельности [14].

Целью исследования являлось изучение адаптогенных свойств фиточая, разработанного на основе побочных продуктов сосны, произрастающей на территории Бурятии.

## 2. Объекты и методы

Объектом исследований явилась растительная композиция (фиточай), полученная на основе запатентованной технологии и представленная следующими компонентами: чайные листья, облепиховый жмых, микростробилов сосновые, хвоя сосновая [26]. Содержание биологических веществ в фиточае представлено в Таблице 1.

По показателям безопасности фиточай соответствовал требованиям ст. 7 ТР ТС 021/2011<sup>1</sup>, а также требованиям ГОСТ 34856-22<sup>2</sup>.

Таким образом, исходя из представленных в Таблице 1 данных следует, что фиточай богат микронутриентами, обладающими широким спектром биологической активности.

Антиоксидантные свойства фиточая оценивали по суммарному содержанию антиоксидантов амперометрическим методом на хроматографе «Цвет-Яуза-01-АА» по ГОСТ 54037-2010<sup>3</sup>.

Были исследованы адаптогенные свойства фиточая. Действие полученного средства изучалось на 32 белых беспородных мышках-самцах массой 18–20 г, которых содержали в стандартных условиях вивария, при искусственном освещении, со свободным доступом к корму и воде. Поддерживали следующие параметры: смена освещения день/ночь (каждые 12 часов), температура воздуха (20–25 °С) и относительная влажность (60–70%).

Для проведения эксперимента была использована модель иммуносупрессии, вызванная цитостатиком азатиоприном, который вводили перорально (зондом) в дозе 50 мг/кг 1 раз в сутки на протяжении 5 дней. После введения цитостатика мышам опытных групп вводили фиточай 1 раз в сутки на протяжении 14 дней. Фиточай предварительно заваривали в горячей воде (6 г/100 мл воды), настаивали в течение 30 мин и вводили мышам с помощью зонда по 0,1 мл.

Схема эксперимента представлена в Таблице 2.

<sup>1</sup> ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (с изменениями на 8 августа 2019 года), принятый Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 880.

<sup>2</sup> ГОСТ 34856-22 «Напитки чайные. Общие технические условия». М.: Росстандарт институт стандартизации, 2022. — 8 с.

<sup>3</sup> ГОСТ 54037-2010 «Продукты пищевые. Определение содержания водорастворимых антиоксидантов амперометрическим методом в овощах, фруктах, продуктах их переработки, алкогольных и безалкогольных напитках». М.: Стандартиформ, 2019. — 11 с.

Таблица 1. Содержание БАВ в фиточае (M ± m)

Table 1. Content of biologically active substances in herbal tea (M ± m)

Наименование	Содержание мг/100 см <sup>3</sup> (мг/порцию — 250 мл)	Суточная норма потребления	Действие на организм человека	Источник
Эфирное масло	0,35 ± 0,06 (0,88)	—	Противовоспалительное, дезинфицирующее, антибактериальное, противовирусное	[24,25,27,35]
Аскорбиновая кислота	18,35 ± 0,03 (45,88)	75–100 мг	Иммуномодулирующее, антиоксидантное, венотоническое	[31,36]
Полифенольные соединения	12,35 ± 0,96 (30,88)	—		
Содержание флавоноидов в пересчете на рутин	89,14 ± 0,24 (222,85)	250 мг	Антиоксидантное, противовоспалительное, антиканцерогенное, нейропротективное	[25,34,37]
Содержание дубильных веществ в пересчете на танин	9,16 ± 0,87 (22,90)	—		

Таблица 2. Схема эксперимента  
Table 2. Scheme of the experiment

№ группы	Наименование средства	Доза
I	Контроль	Интактные животные
II	Азатиоприн (Аз)	50 мг/кг массы тела, однократно, в течение 5 дней (введение с помощью зонда)
III	Аз + Фиточай	После Аз — Фиточай (300 мг/кг), однократно, в течение 14 дней (введение с помощью зонда)
IV	Фиточай	Фиточай (300 мг/кг), однократно, в течение 14 дней (введение с помощью зонда)

Эксперименты были выполнены с соблюдением принципов гуманности в соответствии с международными морально-этическими нормами и требованиями Европейской конвенции ETS N123<sup>4</sup> и Директивой 2010/63/EU<sup>5</sup>. Содержание животных и уход за животными осуществляли в соответствии с ГОСТ 33216–2014<sup>6</sup> и Приказом МЗ РФ № 199-Н<sup>7</sup>.

Изучение поведенческих реакций мышей проводили в тесте «Открытое поле» на протяжении 5 минут с видеорегистрацией их передвижения [38]. Исследование осуществляли в утренние часы, последнее кормление проводили за 1 час до эксперимента. Регистрировали количество пересеченных периферических и центральных квадратов (активность горизонтальная), количество подъемов на задние конечности с упором и без упора о борт (активность вертикальная), количество дефекаций и актов груминга, а также атипичные реакции в поведении. Общая двигательная активность вычислялась по сумме стоек и двигательной горизонтальной активности. После тестирования каждого животного пол поля обрабатывали 70%-ным раствором этилового спирта.

Интегральную оценку поведения мышей проводили по методике Буслович С. Ю. и соавторов [39]. Исследовательскую активность определяли как сумму баллов за следующие показатели: латентное

время выхода из центра (минус 0,5 балла за 1 с), горизонтальную двигательную активность (1 балл за 1 сектор), вертикальные стойки (3 балла за 1 стойку без упора и 2 балла за 1 стойку с упором), выход в центр (5 баллов). Общий уровень тревожности определяли как сумму баллов за следующие показатели: короткие груминги (1 балл), количество болюсов (1,5 балла), количество актов уринации (2 балла); атипичские реакции в поведении (4 балла).

Общая физическая активность мышей была оценена в тесте «Плавание до упора» с нагрузкой (груз составлял 10% от массы тела и был прикреплен к основанию хвоста) [38]. Мыши плавали с грузом до состояния утомления, показателем которого являлось нахождение под водой более 3 с.

Взятие органов животных (тимуса, селезенки и печени) для определения весовых показателей и гистоморфологического анализа осуществляли на следующий день после последнего введения.

Относительная масса органов рассчитывалась по формуле:

$$\frac{\text{Абсолютная масса органа, г}}{\text{Масса тела, г}} \times 100\%. \quad (1)$$

После определения весовых показателей органов тимус и селезенку фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина. Гистоморфологический анализ органов осуществляли по стандартной методике; после проводки органы заливали в парафин [40]. Гистологические срезы толщиной 5–6 мкм окрашивали по Эрлиху (гематоксилином и эозином) с дальнейшим заключением в канадский бальзам. Для морфометрического анализа и сравнения состояния структуры клеток иммунных органов (тимуса и селезенки) мышей было промикрофотографировано по 50 срезов в каждой экспериментальной группе.

Экспериментальные данные обрабатывали с использованием прикладных сервисных программ Microsoft Office Excel 2019. Результаты исследования представлены в виде медианы (Me), верхнего и нижнего квартилей (Q1–Q3). Статистическую значимость различий проводили с применением непараметрического критерия Манна — Уитни. Результаты считали достоверными при достижении уровня значимости различий ( $p \leq 0,05$ ).

### 3. Результаты и обсуждение

К адаптогенам относятся средства или препараты природного или искусственного происхождения, способные повышать неспецифическую сопротивляемость организма широкому спектру вредных воздействий, включая стресс. Для них также характерна способность стимулировать иммунитет.

Для оценки адаптогенных свойств разработанного фиточая использовали тест «Открытое поле». Поведенческая адаптация служит одним из важных механизмов предохранения организма от действия различных неблагоприятных факторов. Показатели двигательной и исследовательской активности животных, а также интегральная оценка тревожности приведены в Таблицах 3 и 4.

Таблица 3. Влияние фиточая на поведение мышей в тесте «Открытое поле», Me (Q1–Q3)

Table 3. Effect of herbal tea on mouse behavior in the open field test, Me (Q1–Q3)

№ гр.	Наименование средства	Горизонтальная активность (посещение — количество)		Вертикальная активность, стойки (кол-во)	Груминг (кол-во)	Болюсы (кол-во)	Уринация
		Периферические квадраты	Центральные квадраты				
I	Контроль	157,7 (143,2–172,2)	9,0 (5,7–12,3)	1,0 (0,7–1,3)	1,0 (0,7–1,3)	1,0 (0,7–1,3)	1 на группу
II	Азатиоприн (Аз)	105,7 <sup>a</sup> (96,4–115,0)	1,0 <sup>a</sup> (0,5–1,5)	10,0 <sup>a</sup> (6,5–13,5)	1,3 (0,8–1,8)	2,5 <sup>a</sup> (2,2–2,8)	отсутствует
III	Аз + Фиточай	148,3 <sup>b</sup> (137,6–159,0)	1,8 <sup>a</sup> (1,5–2,1)	7,0 <sup>a</sup> (6,0–8,0)	2,3 <sup>a</sup> (1,6–3,0)	1,3 <sup>b</sup> (0,8–1,8)	отсутствует
IV	Фиточай	153,3 (135,8–170,8)	7,0 (4,3–9,7)	11,7 <sup>a</sup> (8,0–15,4)	1,7 <sup>a</sup> (1,4–2,0)	1,5 (1,0–2,0)	отсутствует

Примечание: буквами а и b обозначены статистически значимые различия по сравнению с группами 1 и 2 ( $p \leq 0,05$ ).

Таблица 4. Влияние фиточая на исследовательскую активность и интегральную оценку тревожности экспериментальных животных (М)

Table 4. Effect of herbal tea on exploratory activity and integral assessment of anxiety of the experimental animals (M)

№ гр.	Наименование средства	Показатели	
		Исследовательская активность, усл.ед.	Интегральная оценка тревожности, усл.ед.
I	Контроль	167,7	2,83
II	Азатиоприн (Аз)	116,7	5,05
III	Аз + Фиточай	157,1	4,25
IV	Фиточай	172	3,95

Как следует из данных Таблицы 3 и Таблицы 4, в группе животных, находящихся в состоянии иммуносупрессии, вызванной цитостатиком азатиоприном (II группа), наблюдалось снижение исследовательской активности (на 30,4%) и повышение уровня тревожности (в 1,78 раза) ( $p \leq 0,05$ ). Введение фиточая в рацион животных (III группа) увеличивало исследовательскую активность на 34,6% и снижало уровень тревожности на 15,8% относительно действия азатиоприна (II группа), что свидетельствовало о снижении негативного влияния иммуносупрессора. Введение фиточая контрольным (интактным) животным увеличивало вертикальную активность животных (Таблица 3, IV группа), но показатели исследовательской активности и интегральной оценки тревожности находились на уровне контрольных значений. Сохранение показателей на уровне интактных животных характерно для истинных иммуномодуляторов, обладающих активностью только в условиях депрессии иммунитета.

Для оценки влияния фиточая на физическую работоспособность использовали тест плавания с дополнительной нагрузкой (с грузом 10% от массы тела). Результаты эксперимента представлены на Рисунке 1. Из Рисунка 1 следует, что цитостатик азатиоприн (II группа) снижал физическую выносливость животных на 34% относительно контрольной группы ( $p \leq 0,05$ ). Введение фиточая в рацион животных (III группа) повышало их физическую выносливость в 2 раза относительно действия азатиоприна. При этом введение фиточая интактным животным (IV группа) не изменяло исследуемый показатель относительно контрольных животных.

Надстрочными буквами а и b указаны отклонения статистически значимые по отношению к 1 и 2 группам соответственно ( $p \leq 0,05$ ).

Из анализа экспериментальных данных следует, что фиточай, разработанный на основе побочных продуктов кедрового стланика и сосны, проявлял адаптогенные свойства, выражающиеся в повышении неспецифической резистентности организма в условиях иммуносупрессии. По всей видимости, увеличение выносливости, исследовательской активности и снижение уровня тревожности связано с комплексным действием входящих в состав композиции ингредиентов, характеризующихся высоким содержанием биологически активных веществ, которые действуют на весь организм. Из полученных данных по содержанию БАВ (Таблица 1) следует, что разработанный фиточай отличается высоким содержанием полифенольных веществ, флавоноидов, дубильных веществ, а также аскорбиновой кислоты, которые характеризуются высокими антиоксидантными свойствами.

В водных извлечениях фиточая (1:10) было определено суммарное содержание антиоксидантов, составившее  $430,48 \pm 1,62$  мг/100 мл. Таким образом, можно предположить, что адаптогенное действие полученной растительной композиции связано с антиоксидантными свойствами биологически активных веществ, входящих в ее состав. Исследованиями российских авторов установлено, что включение в рацион экспериментальных животных экстрактов черники и черной смородины, содержащих антоцианы, в суточной дозе 15 мг/кг массы тела способствует восстановлению адаптационного потенциала после тяжелой физической нагрузки. По мнению Трушиной Э. Н. и соавторов [41], эффективность антоцианов обусловлена активацией различных клеточных механизмов, поддерживающих окислительно-восстановительный потенциал внутриклеточной среды, которая лежит в основе восстановления адаптационного потенциала. Обзор современных научных данных о биологически активных добавках с антиоксидантным действием свидетельствует о перспективности их применения для эффективного восстановления физической выносливости и работоспособности после интен-

сивных физических нагрузок, а также для повышения когнитивного потенциала и для снижения эмоционального стресса [42].

Также установлено, что полифенольные соединения (ПФС), встречающиеся в растениях, представляют собой самую большую группу природных антиоксидантов, синтезирующихся для защиты клеток от окислительного стресса. В частности, особенности строения молекул флавоноидов позволяют им выступать в качестве ингибиторов свободных радикалов, гася цепные реакции свободнорадикального окисления [43].

На сегодняшний день установлены адаптогенные свойства у более сотни растений. Остается актуальным создание новых фитокарректоров адаптационного процесса. По данным литературы, адаптогенное действие растений в значительной степени определяют фенольные соединения, среди которых наибольший интерес представляют флавоноиды, обладающие широким спектром биологических свойств, включая адаптогенные. В работе Канделинской О. Л. и соавторов [44] оценено влияние комплекса флавоноидов сои, люцерны и клевера на работоспособность крыс при экстремальной физической нагрузке с использованием тестов «Открытое поле» и «Вынужденное плавание с нагрузкой». Было установлено, что данный комплекс способствует уменьшению до 25% времени латентного периода, предшествующего адаптации к стрессовым условиям, а также повышает физическую работоспособность и выносливость до 47% [44]. Пантюхиным А. В. и соавторами [45] разработан тонизирующий напиток на основе растительных экстрактов (настоек женьшеня, аралии, элеутерококка и родиолы розовой). Исследования на лабораторных животных подтвердили возбуждающее действие напитка на центральную нервную систему, на эмоциональную и координационную активность. Кроме того, увеличивалась физическая работоспособность и повышалась адаптация к стрессу [45]. Лупановой И. А. и соавторами [46] изучена активность экстрактов из суспензионных культур женьшеня обыкновенного и родиолы розовой в условиях гипоксии в тестах «Открытое поле норкового типа» и «Вынужденного плавания с грузом». Полученные результаты также свидетельствуют об адаптогенной активности экстрактов [46]. Применение фитоадаптогенов эффективно и при метаболическом синдроме. Авторами Дзампаевой Ж. В. и др. [47] была оценена возможность коррекции и профилактики нарушений поведенческой активности крыс с метаболическим синдромом комплексным фитоадаптогеном, который состоял из родиолы розовой, солодки голой и элеутерококка колючего. Данный фитоадаптоген восстанавливал поведенческую активность крыс и снижал уровень тревожности [47].

В эксперименте была использована модель стрессовой ситуации, вызванная классическим иммунодепрессантом азатиоприном. В связи с этим было определено влияние фиточая на относительные массы органов после воздействия азатиоприна: тимуса и селезенки (органы иммунной системы), печени (обезвреживание и удаление из организма токсичных веществ) мышей. Результаты представлены в Таблице 5.

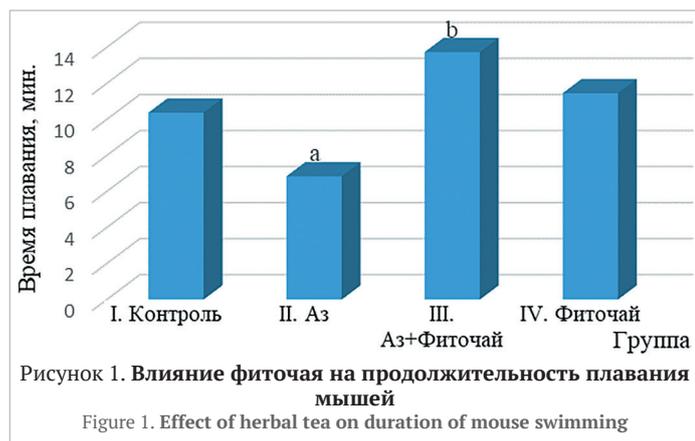
Из Таблицы 5 следует, что в состоянии иммуносупрессии наблюдалось снижение относительных масс иммунных органов (тимуса и селезенки) и увеличение относительной массы основного детоксицирующего органа — печени (II группа) ( $p \leq 0,05$ ). Введение в рацион животных фиточая способствовало восстановлению негативного действия цитостатика и нормализовало массу данных органов (III группа). Введение фиточая (IV группа) не изменяло относительную массу органов по отношению к контрольным (интактным) животным.

Таблица 5. Влияние фиточая на относительные массы органов мышей, Me (Q1–Q3)

Table 5. Effect of herbal tea on the relative weight of mouse organs, Me (Q1–Q3)

№ гр.	Наименование средства	Относительная масса органа, %		
		тимус	селезенка	печень
I	Контроль	0,15 (0,11–0,18)	0,45 (0,42–0,48)	4,88 (4,06–5,55)
II	Азатиоприн (Аз)	0,09 <sup>a</sup> (0,07–0,10)	0,32 <sup>a</sup> (0,31–0,33)	5,74 <sup>a</sup> (5,54–5,94)
III	Аз + Фиточай	0,13 <sup>b</sup> (0,11–0,15)	0,59 <sup>a, b</sup> (0,58–0,60)	5,11 <sup>b</sup> (4,98–5,24)
IV	Фиточай	0,15 (0,13–0,16)	0,44 (0,32–0,46)	4,84 (4,80–4,87)

Примечание: буквами а и b указаны отклонения статистически значимые по отношению соответственно к 1 и 2 группам ( $p \leq 0,05$ ).



Таким образом, из результатов, представленных в Таблицах 3, 4, 5 и на Рисунке 1, следует, что в состоянии иммуносупрессии, вызванной цитостатиком азатиоприном, наблюдалось снижение исследовательской активности и физической выносливости, повышение тревожности животных, снижение относительной массы иммунных органов (тимуса и селезенки) и увеличение относительной массы органа, детоксицирующего ксенобиотики (печени). Введение фиточая животным на фоне иммунодепрессии способствовало снижению негативного воздействия азатиоприна ( $p \leq 0,05$ ).

На следующем этапе исследований была проведена оценка состояния неспецифической резистентности организма при введении фиточая на фоне иммуносупрессии, вызванной азатиоприном, с использованием гистоморфометрических методов.

Известно, что тимус представляет центральный орган иммунной системы, состоящий из двух асимметричных долей (Рисунок 2). В каждой доле поверхность органа выстлана соединительнотканной оболочкой, от которой отходят тонкие разделительные трабекулы (перегородки). Дольки тимуса сформированы из корковой (более темной) и светлой мозговой зон, составляющих структуру исследуемого органа. При микроскопии срезов тимуса видно, что граница между зонами в дольках у интактных (контрольных) животных выражена слабо (I группа). В этой зоне видны тимические тельца Гассалья, состоящие из ороговевших эпителиальных клеток с ядродержащими клетками (Рисунок 3). При этом в интактной группе насчитывалось от 5 до 8 тимических телец в дольках, а размеры клеток Гассалья колебались от 5 до 7 мкм (Таблица 6). В срезах тимуса контрольной группы толщина корковой зоны в дольках варьировала от 21,0 до 53,0 мкм; в мозговом веществе длина составляла от 53,0 до 100 мкм, ширина — от 25,0 до 100 мкм. Результаты измерений структуры тимуса представлены в Таблице 6.

Вместе с тем соотношение мозговой и корковой зон тимуса у группы контрольных мышей варьировало в пределах 1:1,1–1:2.

При пероральном введении азатиоприна у животных II группы произошли изменения в микроструктуре тимуса; на большинстве

исследуемых препаратов отмечалось стирание границ между корковым и мозговым веществом. Как видно на Рисунке 4, после введения азатиоприна на срезах тимуса корковое вещество представлено светлой зоной и, напротив, в мозговом веществе отмечены участки с темной зоной. Данные изменения называются инверсией слоев. При гистологическом исследовании тимуса в данной группе отмечалось выраженное утолщение и разрыхление фиброзной капсулы (Таблица 6). При этом в дольке тимуса фиксировали уменьшение как количества (от 4 до 6 телец), так и размеров тимических телец (от 3 до 8 мкм) по сравнению с контрольной группой животных. На большинстве препаратов в подкапсулярной зоне выявлены фибробластические валики в результате нарушений в лимфоидной ткани, вызванных введением азатиоприна (Рисунок 4). Из данных морфометрических исследований следует, что после воздействия азатиоприна произошло увеличение длины и ширины мозгового вещества и снижение числа ядродержащих клеток тимуса (до 38 клеток) по сравнению с контрольной группой животных (Таблица 6).

По сведениям, представленным в Таблице 6, видно, что в III группе мышей, получавших фиточай на фоне иммуносупрессии, вызванной действием азатиоприна, были установлены небольшие структурные изменения в тимусе животных. При этом в органе сохранилось дольчатое строение и дифференциация на корковое и мозговое вещество (Рисунок 5). После введения фиточая на большинстве срезов тимуса мышей данной группы отмечалось незначительное снижение размеров поверхностных капсул органа относительно таковых во II группе, но несколько выше, чем у животных контрольной группы. В дольках отчетливо просматривалось корковое и мозговое вещество. За счет увеличения коркового вещества тимуса в 2,1 раза повысилась длина и ширина мозгового вещества более чем в 1,5 и 1,8 раза соответственно в сравнении со II группой мышей. При этом с установленными изменениями в архитектонике тимуса наблюдалось уменьшение количества (от 4 до 6) и размеров тимических телец до 4 мкм относительно таковых в контрольной группе. В исследуемой группе животных число ядро-

Таблица 6. Размеры структур и количество ядродержащих клеток тимуса мышей, Me (Q1–Q3)

Table 6. Sizes of structures and the number of nucleated cells of the mouse thymus, Me (Q1–Q3)

Структура тимуса	Группы животных			
	I группа (контроль)	II группа (Азатиоприн)	III группа (Аз + Фиточай)	IV группа (Фиточай)
Толщина капсулы, мкм	4,8 (3,3–6,3)	6,5 (5,0–8,0)	5,5 (3,5–7,5)	5,6 (4,0–7,6)
Тимическое тельце, диаметр, мкм	6,5 (5,5–7,0)	5,3 ± 1,6 (3,7–6,9)	4,0 <sup>a</sup> (3,5–4,5)	6,5 (5,0–9,0)
Толщина коркового вещества, мкм	35,5 (21,5–49,5)	35,0 (20,0–50,0)	72,0 (47,0–97,5)	42,0 (22,0–60,0)
Мозговое вещество, длина, мкм	78,0 (58,0–93,0)	95,0 <sup>a</sup> (94,0–105,0)	151,0 <sup>a,b</sup> (110,0–192,0)	135,0 (75,0–195,0)
Мозговое вещество, ширина, мкм	40,0 (23,5–60,0)	45,0 (35,5–57,0)	85,0 <sup>a,b</sup> (60,5–110,0)	62,0 (37,0–87,0)
Число ядродержащих клеток на срез, кол-во	52,0 (45,0–60,0)	38,0 <sup>a</sup> (32,0–44,0)	50,0 (38,0–62,0)	95,0 <sup>a</sup> (90,0–100,0)

Примечание: буквами а и b указаны отклонения статистически значимые по отношению соответственно к 1 и 2 группам ( $p \leq 0,05$ ).

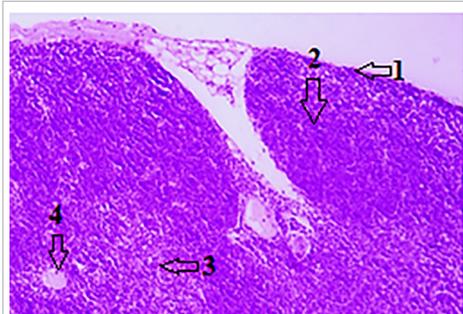


Рисунок 2. Гистосрез тимуса в I группе (контроль): 1 — капсула, 2 — корковое вещество, 3 — мозговое вещество; 4 — тельце Гассалья. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. об. (PL10×/0,25)

Figure 2. Histological section of the thymus of the 1<sup>st</sup> group (control). 1 — capsule, 2 — cortex, 3 — medulla; 4 — Hassal's body. Staining with hematoxylin and eosin. magnification/objective (PL10×/0.25)

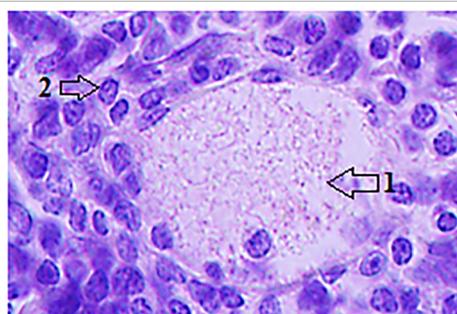


Рисунок 3. Ядродержащие клетки тимуса в I группе (контроль): 1 — Тельце Гассалья; 2 — ядродержащие клетки. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. об. (PL100×/1,25)

Figure 3. Nucleated cells of the thymus of the 1<sup>st</sup> group (control). 1 — Hassal's body; 2 — nucleated cells. Staining with hematoxylin and eosin. magnification/objective (PL100×/1.25)

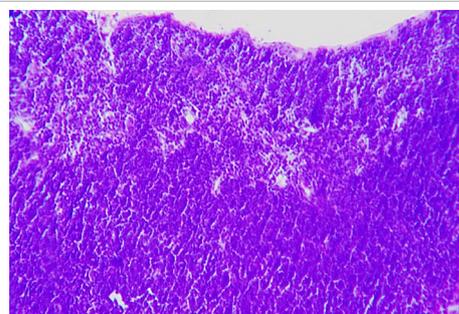


Рисунок 4. Гистосрез тимуса II группы (Азатиоприн). Разрыхление и утолщение капсулы. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. об. (PL10×/0,25)

Figure 3. Histological section of the thymus of the 2<sup>nd</sup> group (azathioprine). Loosening and thickening of the capsule. Staining with hematoxylin and eosin. magnification/objective (PL10×/0.25)

содержащих клеток (ЯСК) тимуса не отличалось от данного показателя в контрольной группе (Таблица 6).

После введения фиточая животным (IV группа) произошли незначительные изменения в микроанатомии структурных элементов тимуса в сравнении с контрольной группой. Здесь уместно отметить, что на некоторых срезах данный орган имел вытянутую форму, признаков повреждения лимфоидной ткани не отмечалось. При этом граница между корковым и мозговым веществом выражена так же, как и в I группе животных (Рисунок 6). По сравнению с данными в контрольной группе, количество и диаметр тимических телец были без изменений (Таблица 6). Вместе с тем в данной группе число ядро-содержащих клеток (ЯСК) тимуса увеличилось на 82% по сравнению с контрольной группой. Как видно из Таблицы 6, имеется тенденция к увеличению длины и ширины мозгового вещества данного органа по сравнению с контрольной группой животных, но эти изменения не были достоверны ( $p > 0,05$ ) (Таблица 6).

Другим органом, участвующим в работе иммунной системы, является селезенка. В I контрольной (интактной) группе мышей в селезенке встречались первичные узелки без герминативных центров и вторичные — с центрами размножения. При проведении микроскопических исследований препаратов селезенки просматривалась паренхима органа, образованная белой и красной пульпой. Гистоморфологические исследования показали, что соотношение между вторичными и первичными лимфоидными узелками на препаратах селезенки контрольной группы мышей составило 2:1 в одном поле зрения окуляра микроскопа (Рисунок 7). В интактной группе животных белая пульпа представлена ассиметричными лимфоидными узелками (фолликулами) приблизительно равных размеров, и их диаметр варьировал от 10,0 и до 19,5 мкм, при этом показатель средней площади лимфоидных фолликул белой пульпы соответствовал 220,0 мкм<sup>2</sup> (Таблица 7). В центральной части лимфатического узелка вокруг центральных артерий располагался герминативный центр размножения, который имел более темную окраску, толщиной в среднем 6,2 мкм. Диаметр периартериальной лимфоидной муфты (ПАЛМ) в I группе животных варьировал от 3,5 до 6,0 мкм (Таблица 7, Рисунок 7). В периферической зоне лимфоидных фолликулов

селезенки мышей различимы маргинальная и мантийная зоны. Проведенные морфометрические измерения структурных компонентов селезенки исследуемых животных представлены в Таблице 7.

После введения азатиоприна на гистологических срезах селезенки II группы мышей произошли значительные структурные изменения органа (Рисунок 8). На большинстве исследуемых препаратов отмечено увеличение лимфоидных фолликул с неправильными формами, неравномерной толщины и снижение в 2 раза площади фолликулов по сравнению с контролем (Таблица 7). Как следует из Таблицы 7, в данной группе мышей в результате достоверного уменьшения площади фолликулов отмечено существенное снижение толщины периартериальных лимфоидных муфт и размеров герминативных центров по сравнению с таковыми в интактной группе животных ( $p \leq 0,05$ ). Вместе с тем соотношение между вторичными и первичными лимфоидными узелками на препаратах селезенки мышей составило 1:1 в одном поле зрения окуляра микроскопа. Таким образом, введение азатиоприна выявило резкое снижение уровня активности органа с выраженной гиперплазией белой пульпы селезенки (Рисунок 8).

На срезах селезенки животных III группы, получавших фиточай на фоне иммуносупрессии, в белой пульпе видны достаточно крупные лимфоидные фолликулы как со светлыми герминативными центрами, так и без них (Рисунок 9). При этом в данной группе животных на большинстве срезов наблюдалось слияние крупных фолликул с достоверным увеличением размеров герминативных центров по сравнению с таковыми во II группе. Также отмечалось повышение средней площади фолликулов и толщины ПАЛМ по сравнению с данными II группы, и размеры были близки к достижению соответствующих величин интактной группы (Таблица 7). Следовательно, за счет увеличения доли белой пульпы и ввиду большей выраженности их герминативных центров усиливалось образование новых лимфоидных узелков (Рисунок 9).

Введение фиточая животным IV группы не привело к значительным изменениям в микроанатомии структурных элементов селезенки по сравнению с контрольной группой. Из Рисунка 10 видно, что подавляющее большинство лимфоидных фолликул содержат герминативные центры с незначительным увеличением их

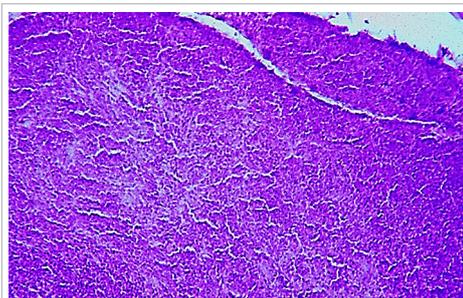


Рисунок 5. Гистосрез тимуса в III группе (азатиоприн + фиточай). Окраска гематоксилином и эозином. Ув.об. (PL10×/0,25)

Figure 5. Histological section of the thymus of the 3<sup>rd</sup> group (azathioprine + herbal tea). Staining with hematoxylin and eosin. magnification/ objective (PL10×/0.25)

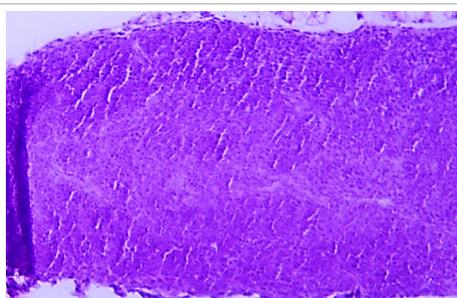


Рисунок 6. Гистосрез тимуса в IV группе (фиточай). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. об (PL ув.об. 10×/0,25)

Figure 6. Histological section of the thymus of the 4<sup>th</sup> group (herbal tea). Staining with hematoxylin and eosin. magnification/ objective (PL10×/0.25)

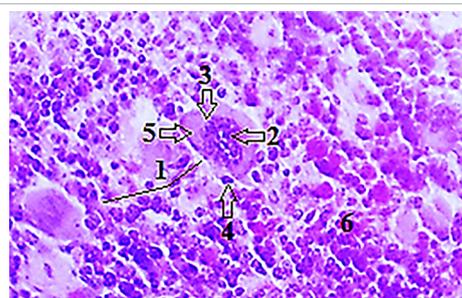


Рисунок 7. Микросрез селезенки I группы (контроль): 1 — лимфоидный фолликул; 2 — герминативный центр; 3 — мантийная зона; 4 — периартериальная лимфоидная муфта; 5 — маргинальная зона; 6 — красная пульпа. Окраска гематоксилином и эозином. (PLув.об 40×/0,65)

Figure 7. Microsection of the spleen of the 1<sup>st</sup> group (control). 1 — lymphoid follicle; 2 — germinal center; 3 — mantle zone; 4 — periarterial lymphoid sheath; 5 — marginal zone; 6 — red pulp. Staining with hematoxylin and eosin. magnification/ objective (PL10×/0.25)

Таблица 7. Морфометрические показатели белой пульпы селезенки мышей, Ме (Q1–Q3)

Table 7. Morphometric indicators of white pulp of the mouse spleen, Me (Q1–Q3)

Структура селезенки мышей	Группы животных			
	I группа (контроль)	II группа (Азатиоприн)	III группа (Аз + Фиточай)	IV группа (Фиточай)
Средняя площадь фолликулов белой пульпы, мкм <sup>2</sup>	220,0 (185,0–255,0)	108,0±40 <sup>a</sup> (68,0–148,0)	160,0 (110,0–195,0)	226,0 (171,0–281,0)
Толщина периартериальной лимфоидной муфты, мкм	4,6 (3,5–6,0)	3,0 (2,2–3,9)	4,0 (3,5–4,5)	4,5 (3,0–6,5)
Диаметр лимфоидных узелков, мкм	20,0 (15,0–19,5)	15,0 (13,5–17,0)	30,0 <sup>a, b</sup> (21,5–38,5)	17,0 (15,0–21,0)
Диаметр герминативных центров, мкм	6,2 (4,8–8,5)	3,0 <sup>a</sup> (2,5–4,5)	6,0 <sup>b</sup> (4,8–7,5)	6,5 (5,0–8,0)

Примечание: буквами а и b указаны отклонения статистически значимые по отношению соответственно к 1 и 2 группам ( $p \leq 0,05$ ).

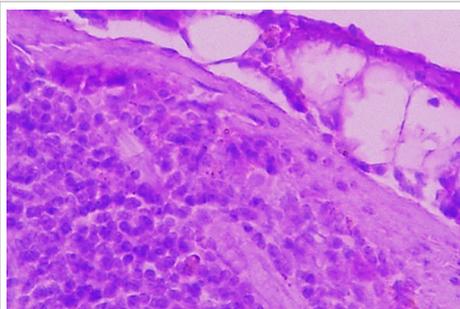


Рисунок 8. Микросрез селезенки II группы (азатиоприн). Окраска гематоксилином и эозином. (Ув.об. PL40x/0,65)

Figure 8. Microsection of the spleen of the 2<sup>nd</sup> group (azathioprine). Staining with hematoxylin and eosin. Magnification/ objective (PL40x/0,65)

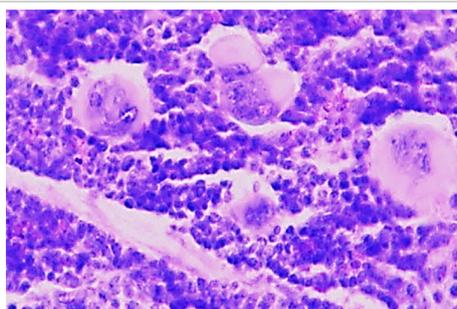


Рисунок 9. Микросрез селезенки III группы (азатиоприн + фиточай). Слияние фолликул. Окраска гематоксилином и эозином. (PLув.об. 40x/0,65)

Figure 9. Microsection of the spleen of the 3<sup>rd</sup> group (azathioprine+ herbal tea) Fusion of follicles Staining with hematoxylin and eosin. Magnification/ objective (PL10x/0.25)

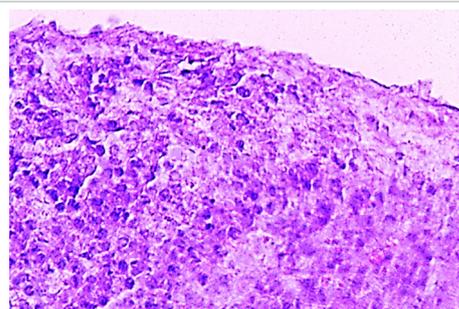


Рисунок 10. Микросрез селезенки IV группы (фиточай). Окраска гематоксилином и эозином. (PLув.об. 40x/0,65)

Figure 10. Microsection of the spleen of the 4<sup>th</sup> group (herbal tea). Staining with hematoxylin and eosin. magnification/ objective (PL10x/0.25)

размеров, и при этом толщина ПАЛМ соответствует показателям контрольной группы мышей. Как видно из Таблицы 7, результаты морфометрических измерений препаратов селезенки IV группы мышей не выявили принципиальных отличий исследуемых структурных элементов органа по сравнению с контрольной группой (Таблица 7, Рисунок 10).

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что после перорального введения азатиоприна в тимусе и селезенке мышей отмечались значительные морфофункциональные изменения, свидетельствующие о снижении функциональной активности исследуемых органов. В тимусе наблюдалось уменьшение количества и размеров тимических телец Гассалья, снижение ядродержащих клеток, а в селезенке отмечали достоверное уменьшение средней площади фолликул в 2 раза и снижение толщины герминативных центров, по сравнению с таковыми в интактной группе животных. Об аналогичных деструктивных процессах в селезенке мышей и инволютивных изменениях в тимусе при действии иммунодепрессанта азатиоприна свидетельствуют и литературные данные [48,49]. Введение фиточая животным на фоне действия азатиоприна способствовало увеличению корково-мозгового соотношения в тимусе. А анализ срезов селезенки показал достоверное увеличение толщины фолликул в 2 раза по сравнению с таковыми во II группе животных. Из представленных выше данных видно, что некоторые показатели структурных элементов тимуса и селезенки III группы животных достигли величин интактной группы. Следует отметить, что в IV группе животных, которым вводили фиточай, произошли лишь незначительные изменения исследуемых структурных

величин исследуемых иммунных органов, т. е. фиточай проявлял свое адаптогенное действие преимущественно на фоне экстремального воздействия (цитостатика азатиоприна), что соответствует одному из формальных требований к адаптогенам.

Полученные данные согласуются с данными Пальчиковой Н. А. и соавтоов [43], которыми было изучено влияние полифенольных соединений (ПФС) из манжетки обыкновенной на организм животных, подвергнутых стрессирующим воздействиям. Водный раствор препарата ПФС в дозе 10 мг/кг массы тела в условиях воздействия низкой температуры (-10 °С) в течение 7 суток по 22 ч. ежедневно способствовал восстановлению функциональной активности лимфоидных органов, в частности, тимуса. У животных опытной группы усиливалась пролиферация при значительно менее выраженной деструкции лимфоцитов в корковом веществе тимуса [43].

Таким образом, адаптогены являются перспективной группой лекарственных средств, и изучение их биохимического потенциала имеет не только прикладной, но и фундаментальный характер, т. к. стресс-факторы являются неотъемлемой частью жизни человека [50]. Поскольку к отдельным адаптогенам может развиваться резистентность, актуальными и научно значимыми являются исследования многокомпонентных фитоадаптогенных комплексов, основанных на принципе рационального сочетания взаимодополняющих по действию биологически активных веществ. Применение нескольких адаптогенов в составе одной фитоформулы позволяет воздействовать на организм, не вызывая привыкания [51].

По данным литературы, адаптогенные препараты оказывают множество биологических эффектов [52] (Рисунок 11).



В вопросах изучения влияния адаптогенов растительного происхождения на организм необходимо проведение дальнейших исследований, поскольку существует большой перечень неизученных растений. Кроме того, целесообразно расширить методы исследования поведения животных и их динамики.

Молекулярно-клеточные механизмы, обеспечивающие адаптационные свойства фиточая, еще предстоит изучить. На основании сравнения результатов исследований механизмов повышения функциональных возможностей организма классическими адаптогенами и отдельными ПФС можно сделать несколько предположений. В основе их биологического действия лежит антиоксидантная активность и возможность оказывать влияние на сигнальные процессы в клетках, стабилизируя в том числе функции гипоталамо-гипофизарной системы [53,54]. Многочисленные исследования позволили обобщить роль различных медиаторов стрессовой реакции на двух уровнях метаболической регуляции с помощью адаптогенов: уровень первый — весь организм, адаптогены поддерживают гомеостаз и нейроэндокринную регуляцию гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы; уровень второй — клеточный, адаптогены модулируют экспрессию генов ключевых медиаторов внутриклеточных коммуникаций, участвующих в путях передачи сигналов, вызванных стрессом, включая активируемые стрессом протеинкиназы, белки теплового шока, нейропептид Y и др. [43].

#### 4. Выводы

По результатам исследований установлено, что введение фиточая при иммуносупрессии, вызванной азатиоприном, привело к восстановлению структуры и функции органов иммунной системы (тимуса и селезенки мышей), при этом наблюдался модулирующий эффект. Восстановление функционального состояния организма сопровождалось повышением двигательной и когнитивной активностей, снижением уровня тревожности, повышением физической выносливости экспериментальных животных. О восстановлении метаболических и физиологических функций организма свидетельствуют результаты исследований на клеточном и организменном уровнях. Восстановление неспецифической резистентности организма экспериментальных животных, подвергнутых иммуносупрессии, по-видимому, связано с антиоксидантной активностью биологически активных веществ, входящих в состав фиточая. Применение антиоксидантных БАД представляет перспективное направление для восстановления физической выносливости и работоспособности после интенсивных нагрузок, для повышения когнитивных функций и для снижения эмоционального стресса.

Антиоксидантные свойства и адаптогенная эффективность разработанной композиции фиточая открывают перспективы его широкого практического применения при разработке продукции специализированного питания.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

- Skevakis, C., Nadeau, K. C., Rothenberg, M. E., Alahmad, B., Mmbaga, B. T., Masenga, G. G. et al. (2024). Impact of climate change on immune responses and barrier defense. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 153(5), 1194–1205. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2024.01.016>
- Rio, P., Caldarelli, M., Gasbarrini, A., Gambassi, G., Cianci, R. (2024). The impact of climate change on immunity and gut microbiota in the development of disease. *Diseases*, 12(6), Article 118. <https://doi.org/10.3390/diseases12060118>
- Adegboye, O. A., Alele, F. O., Castellanos, M. E., Pak, A., Emeto, T. I. (2023). Editorial: Environmental stressors, multi-hazards and their impact on health. *Frontiers in Public Health*? 11, Article 1231955. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1231955>
- Veremchuk, L. V., Vitkina, T. I., Kondratyeva, E. V. (2024). Impact of technogenic air pollution factors on the immune system in respiratory diseases. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 16(2), 182–197. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2024-16-2-725>
- Cantuaria, M. L., Brandt, J., Blanes-Vidal, V. (2023). Exposure to multiple environmental stressors, emotional and physical well-being, and self-rated health: An analysis of relationships using latent variable structural equation modeling. *Environmental Research*, 227, Article 115770. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115770>
- Seiler, A., Fagundes, C. P., Christian, L. M. (2020). The impact of everyday stressors on the immune system and health. Chapter in a book: *Stress challenges and immunity in space*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-16996-1\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-16996-1_6)
- Shao, T., Verma, H. K., Pande, B., Costanzo, V., Ye, W., Cai, Y. et al. (2021). Physical activity and nutritional influence on immune function: An important strategy to improve immunity and health status. *Frontiers in Physiology*, 12, Article 751374. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.751374>
- Alotiby, A. (2024). Immunology of stress: A review article. *Journal of Clinical Medicine*, 13(21), Article 6394. <https://doi.org/10.3390/jcm13216394>
- Кучма, В. Р., Ткачук, Е. А., Глобенко, Н. Э. (2022). Проблемы питания современных школьников, включая детей с расстройствами психологического развития (обзор литературы). *Гигиена и санитария*, 101(11), 1372–1378. [Kuchma, V. R., Tkachuk, E. A., Globenko, N. E. (2022). Nutritional problems of modern schoolchildren, including children with developmental disabilities. *Hygiene and Sanitation*, 101(11), 1372–1378. (In Russian)] <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-11-1372-1378>
- Munteanu, C., Schwartz, B. (2022). The relationship between nutrition and the immune system. *Frontiers in Nutrition*, 9, Article 1082500. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1082500>
- Pandey, V. K., Tripathi, A., Srivastava, S., Pandey, S., Dar, A. H., Singh, R. et al. (2023). A systematic review on immunity functionalities and nutritional food recommendations to develop immunity against viral infection. *Applied Food Research*, 3(1), Article 100291. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100291>
- Morales, F., Montserrat-de la Paz, S., Leon, M. J., Rivero-Pino, F. (2024). Effects of malnutrition on the immune system and infection and the role of nutritional strategies regarding improvements in children's health status: A literature review. *Nutrients*, 16(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/nu16010001>
- Olennikov, D. N., Nikolaev, V. M., Chirikova, N. K. (2021). Sagan Dalya tea, a new "old" probable adaptogenic drug: Metabolic characterization and bioactivity potentials of Rhododendron adamsii Leaves. *Antioxidants*, 10(6), Article 863. <https://doi.org/10.3390/antiox10060863>
- Panossian, A. G., Efferth, T., Shikov, A. N., Pozharitskaya, O. N., Kuchta, K., Mukherjee, P. K. et al. (2021). Evolution of the adaptogenic concept from traditional use to medical systems: Pharmacology of stress- and aging-related diseases. *Medicinal Research Reviews*, 41(1), 630–703. <https://doi.org/10.1002/med.21743>
- Tóth-Mészáros, A., Garmaa, G., Hegyi, P., Bánvölgyi, A., Fenyves, B., Fehérvári, P. et al. (2023). The effect of adaptogenic plants on stress: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Functional Foods*, 108, Article 105695. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105695>
- Молибога, Е.А., Сухостав, Е.В., Козлова, О.А., Зинич, А.В. (2022). Анализ рынка функционального питания: российский и международный аспект. *Техника и технология пищевых производств*, 52(4), 775–786. [Moliboga, E. A., Sukhostav, E. V., Kozlova, O. A., Zinich, A. V. (2022). Functional food market analysis: Russian and international aspects. *Food Processing: Techniques and Technology*, 52(4), 775–786. (In Russian)]
- Martazanova, L., Maslova, A., Ulikhanov, K., Khadaeva, D., Shemshedinova, A., Abdullayeva, A. M. et al. (2025). The study of the effect of drinks based on extracts of herbal adaptogens on the functional status of athletes during physical activity. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 17, 30–42. <https://doi.org/10.5219/1804>
- Stephen, J., Manoharan, D., Radhakrishnan, M. (2023). Immune boosting functional components of natural foods and its health benefits. *Food Production, Processing and Nutrition*, 5, Article 61. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00178-5>
- Vignesh, A., Amal, T. C., Sarvalingam, A., Vasanth, K. (2024). A review on the influence of nutraceuticals and functional foods on health. *Food Chemistry Advances*, 5, Article 100749. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100749>
- Baruah, C., Yephthomi, Y. (2021). Development of herbal tea using *Moringa olifera*, *Elsholtzia communis* and *Alpinia galanga*: A sensory acceptance study. *International Journal of Advanced Research*, 9, 446–453. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/13144>
- Клинтевич, В. Н., Бушкевич, Н. В., Флюрик, Е. А. (2021). Фиточай: состав, свойства, производство. *Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология*, 1(241), 5–23. [Klintsevich V. N., Bushkevich N. V., Flyurik E. A. (2021). Phytotea: Composition, properties, production (review). *Proceedings of BSTU, issue 2, Chemical Engineering, Biotechnologies, Geoecology*, 1(241), 5–23. (In Russian)] <https://doi.org/10.52065/2520-2669-2021-241-1-5-23>
- Ульянова, Е. В., Михайлова, И. Ю. (2024). Современные технологии в производстве напитков на основе чая. *Пиво и напитки*, 1, 23–27. [Ulyanova, E. V., Mikhailova, I. Y. (2024). Modern technologies in the production of tea-based drinks. *Beer and Beverages*, 1, 23–27. (In Russian)] <https://doi.org/10.52655/PIN.2024.01.09>
- Poswal, F. S., Russell, G., Mackonochie, M., MacLennan, E., Adukwu, E. C., Rolfe, V. (2019). Herbal teas and their health benefits: A scoping review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 74(3), 266–276. <https://doi.org/10.1007/s11130-019-00750-w>
- Kuo, P.-C., Li, Y.-C., Kusuma, A. M., Tzen, J. T. C., Hwang, T.-L., Ye, G.-H. et al. (2021). Anti-inflammatory principles from the needles of *Pinus taiwanensis* Hayata and in silico studies of their potential anti-aging effects. *Antioxidants*, 10(4), Article 598. <https://doi.org/10.3390/antiox10040598>
- Dziedziński, M., Kobus-Cisowska, J., Stachowiak, B. (2021). *Pinus* species as prospective reserves of bioactive compounds with potential use in functional food — current state of knowledge. *Plants*, 10(7), Article 1306. <https://doi.org/10.3390/plants10071306>
- Патент РФ № 2826318. Фиточай, обладающий адаптогенными свойствами. Ширеторова В. Г., Эрдынеева С. А., Жамсаранова С. Д., Лебедева С. Н., Хантургаев, А. Г., Котова, Т. И. и др. Опубл. 09.09.2024. Бюл. № 25. [Shiretorova V. G., Erdyneeva S. A., Zhamsaranova S. D., Lebedeva S. N., Khanturgaev A. G., Kotova T. I. et al. Herbal tea with adaptogenic properties. Patent RF, no. 2826318, 2024. (In Russian)]
- Nikolic, M. V., Jakovljevic, V. L., Bradic, J. V., Tomovic, M. T., Petrovic, B. P., Petrovic, A. M. (2022). Korean and Siberian Pine: Review of chemical composition and pharmacological profile. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 79(6), 785–797. <https://doi.org/10.32583/appdr/161040>
- Cheng, Y., Wang, Z., Quan, W., Xue, C., Qu, T., Wang, T. et al. (2023). Pine pollen: A review of its chemical composition, health effects, processing, and food applications. *Trends in Food Science and Technology*, 138, 599–614. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.07.004>
- Эрдынеева, С. А., Ширеторова, В. Г., Раднаева, Л. Д. (2022). Фармакогностическое исследование микростробиол *Pinus sylvestris* L. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*, 25(9), 34–39. [Erdyneeva, S. A.,

- Shiretorova, V. G., Radnaeva, L. D. (2022). Pharmacognostic study of *Pinus sylvestris* L. microstrobils. *Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*, 25(9), 34–39. (In Russian) <https://doi.org/10.29296/25877313-2022-09-05>
30. Ширеторова, В. Г., Эрдынеева, С. А., Раднаева, Л. Д. (2022). Элементный состав микростробиллов и почек *Pinus sylvestris*, *P. sibirica* и *P. pumila*. *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*, 12(4), 605–611. [Shiretorova, V. G., Erdynyeva, S. A., Radnaeva, L. D. (2022). Elemental composition of microstrobils and sprouts of *Pinus sylvestris*, *Pinus sibirica* and *Pinus pumila*. *Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*, 12(4), 605–611. (In Russian)] <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2022-12-4-605-611>
31. Chen, Y., Cai, Y., Wang, K., Wang, Y. (2023). Bioactive compounds in sea buckthorn and their efficacy in preventing and treating metabolic syndrome. *Foods*, 12, Article 1985. <https://doi.org/10.3390/foods12101985>
32. Todorova, V., Ivanov, K., Delattre, C., Nalbantova, V., Karcheva-Bahchevanska, D., Ivanova, S. (2021). Plant adaptogens — history and future perspectives. *Nutrients*, 13(8), Article 2861. <https://doi.org/10.3390/nu13082861>
33. Esmaealzadeh, N., Iranpanah, A., Sarris, J., Rahimi, R. (2022). A literature review of the studies concerning selected plant-derived adaptogens and their general function in body with a focus on animal studies. *Phytomedicine*, 105, Article 154354. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2022.154354>
34. Gębalski, J., Małkowska, M., Graczyk, F., Słomka, A., Piskorska, E., Gawenda-Kempczyńska, D. et al. (2023). Phenolic compounds and antioxidant and anti-inflammatory activities of selected adaptogenic plants from South America, Asia, and Africa. *Molecules*, 28(16), Article 6004. <https://doi.org/10.3390/molecules28166004>
35. Oh, Y. J., Kim, Y.-S., Kim, J. W., Kim, D. W. (2023). Antibacterial and antiviral properties of *Pinus densiflora* essential oil. *Foods*, 12(23), Article 4279. <https://doi.org/10.3390/foods12234279>
36. Susa, F., Pisano, R. (2023). Advances in ascorbic acid (vitamin c) manufacturing: Green extraction techniques from natural sources. *Processes*, 11(11), Article 3167. <https://doi.org/10.3390/pr11113167>
37. Bolat, E., Sarıtaş, S., Duman, H., Eker, F., Akdaşçı, E., Karav, S. et al. (2024). Polyphenols: Secondary metabolites with a biological impression. *Nutrients*, 16(15), Article 2550. <https://doi.org/10.3390/nu16152550>
38. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть 1. (2012). М.: Гриф и К, 2012. [Guidance on conduction of pre-clinical trials of medical products. Part 1. (2012). Moscow: Grif and K, 2012. (In Russian)]
39. Буслович, С. Ю., Котеленец, А. И., Фридлянд, Р. М. (1989). Интегральный метод оценки поведения белых крыс в открытом поле. *Журнал высшей нервной деятельности*, 39(1), 168–170. [Buslovich, S. Yu., Kotelents, A. I., Fridlyand, R. M. (1989). Integral method for assessing behavior of white rats in open field. *Zhurnal Vysshei Nervnoi Deyatelnosti imeni I. P. Pavlova*, 39(1), 168–170. (In Russian)]
40. Коржевский, Д. Э., Гиляров, А. В. (2010). Основы гистологической техники. Санкт-Петербург: СпецЛит, 2010. [Korzhevskii, D. E., Gilyarov, A. V. (2010). Foundations of histological techniques. Saint Petersburg: SpecLit, 2010. (In Russian)]
41. Трушина, Э. Н., Мустафина, О. К., Аксенов, И. В., Красуцкий, А. Г., Никитюк, Д. Б., Тутельян, В. А. (2023). Биологически активные вещества — антоцианы как фактор алиментарного восстановления адаптационного потенциала организма после интенсивной физической нагрузки в эксперименте: оценка иммунологических и гематологических показателей адаптации. *Вопросы питания*, 92(1), 6–15. [Trushina, E. N., Mustafina, O. K., Aksenov, I. V., Krasutsky, A. G., Nikityuk, D. B., Tutelyan, V. A. (2023). Bioactive compounds anthocyanins as a factor in the nutritional recovery of the body's adaptive potential after intense physical activity in the experiment: Assessment of immunological and hematological indicators of adaptation. *Problems of Nutrition*, 92(1), 6–15. (In Russian)] <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2023-92-1-6-15>
42. Корнякова, В. В., Бадтиева, В. А., Баландин, М. Ю. (2020). Использование биологически активных добавок с антиоксидантными свойствами при физическом утомлении и для повышения работоспособности в спорте. *Вопросы питания*, 89(3), 86–96. [Korniyakova, V. V., Badtieva, V. A., Balandin, M. Yu. (2020). Exploiting dietary supplements with antioxidant properties for enhancing physical efficiency at the state of physical fatigue in sports. *Problems of Nutrition*, 89(3), 86–96. (In Russian)] <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10032>
43. Пальчикова, Н. А., Селятицкая, В. Г., Воевода, М. И. (2024). Адаптогенные свойства манжетки обыкновенной (*Alchemilla vulgaris* L.) (обзор литературы). *Сибирский научный медицинский журнал*, 44(3), 16–28. [Palchikova, N. A., Selyatitskaya, V. G., Voevoda, M. I. (2024). Adaptogenic properties of lady's mantle (*Alchemilla vulgaris* L.) (literature review) *Siberian Scientific Medical Journal*, 44(3), 16–28. (In Russian)] <https://doi.org/10.18699/SSMJ20240302>
44. Канделинская, О. Л., Грищенко, Е. Р., Горещкий, Д. В., Янцевич, А. В., Огурцова, С. Э., Тумар, Е. М. и др. (2024). Эффективность применения комплекса флавоноидов сои, люцерны и клевера для повышения работоспособности крыс при экстремальных физических нагрузках. *Прикладная спортивная наука*, 1(19), 54–64. [Kandelinskaya, O. L., Grishchenko, E. R., Goretzky, D. V., Yantsevich, A. V., Ogurtsova, S. E., Tumar, E. M. et al. (2024). Effectiveness of using a complex of flavonoids soy, alfalfa and clover to increase the performance of rats during extreme physical activity. *Applied Sports Science*, 1(19), 54–64. (In Russian)]
45. Пантюхин, А. В., Крикова, А. В., Бычкова, Т. К., Пантюхина, К. И. (2021). Разработка и исследование тонизирующего напитка на основе растительных экстрактов. *Международный научно-исследовательский журнал*, 9–2(111), 97–100. [Pantuyukhin, A. V., Krikova, A. V., Bychkova, T. K., Pantuyukhina, K. I. (2021). Development and research of a tonic drink based on plant extracts. *International Research Journal*, 9–2(111), 97–100. (In Russian)]. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.9.111.051>
46. Лупанова, И. А., Мизина, П. Г., Ферубко, Е. В., Мясникова, С. Б. (2023). Изучение фармакологической активности экстрактов из суспензионных культур женшеня обыкновенного и родиолы розовой. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*, 67(2), 77–85. [Lupanova, I. A., Mizina, P. G., Ferubko, E. V., Myasnikova, S. B. (2023). Pharmacological activity of *Panax ginseng* and *Sedum roseum* cell culture extracts. *Pathological Physiology and Experimental Therapy*, 67(2), 77–85. (In Russian)] <https://doi.org/10.25557/0031-2991.2023.02.77-85>
47. Дзампаева, Ж. В., Датиева, Ф. С., Такоева, Е. А., Нартикоева, М. И. (2024). Профилактика и коррекция нарушений поведенческой активности крыс с метаболическим синдромом комплексным фитоадаптогеном. *Acta Biomedica Scientifica*, 9(1), 233–240. [Dzampaeva, J. V., Datieva, F. S., Takoeva, E. A., Nartikoeva, M. I. (2024). Prevention and correction of behavioral disorders in rats with metabolic syndrome using a complex phytoadaptogen. *Acta Biomedica Scientifica*, 9(1), 233–240. (In Russian)] <https://doi.org/10.29413/ABS.2024-9.1.23>
48. Цыренова, Д. З., Гуляев, С. М., Хобракова, В. Б. (2017). Влияние экстракта *Phlomis tuberosa* (L.) Moench на структуру селезенки мышей при иммуносупрессии. *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*, 15(1), 53–57. [Tsyrenova, D. Z., Gulyaev, S. M., Khobrakova, V. B. (2017). The influence of *phlomis tuberosa* extract on structure of spleen in immunosuppressive mice. *Reviews On Clinical Pharmacology and Drug Therapy*, 15(1), 53–57. (In Russian)] <https://doi.org/10.17816/RCF15153-57>
49. Хобракова, В. Б., Разуваева, Я. Г., Будаева, Е. Р. (2020). Коррекция экстрактом *Gentiana algida* Pall структурных изменений в тимусе при экспериментальной азатиоприновой иммуносупрессии. *Антибиотики и химиотерапия*, 65(7–8), 18–22. [Khobrakova, V. B., Razuvaeva, Y. G., Budaeva, E. R. (2020). Correction of structural changes in thymus by *Gentiana algida* pall extract at experimental azathioprine immunosuppression. *Antibiotics and Chemotherapy*, 65(7–8), 18–22. (In Russian)] <https://doi.org/10.37489/0235-2990-2020-65-7-8-18-22>
50. Рябоконева, Л. А., Сергеева, И. Ю., Аншуков, А. В., Пермякова, Л. В. (2024). Фитоадаптогены как функциональные ингредиенты для пищевых систем (обзор). *АПК России*, 31(1), 105–118. [Ryabokoneva, L. A., Sergeeva, I. Yu., Anshukov, A. V., Permyakova, L. V. (2024). Phytoadaptogens as functional ingredients for food systems (Review). *Agro-Industrial Complex of Russia*, 31(1), 105–118. (In Russian)]. <https://doi.org/10.55934/2587-8824-2024-31-1-105-118>
51. Бочарова, О. А., Карпова, Р. В., Бочаров, Е. В., Вершинская, А. А., Барышникова, М. А., Казеев, И. В. и др. (2020). Изыскание фитоадаптогенов и возможности использования фитокомпозиций. *Российский биотерапевтический журнал*, 19(4), 35–44. [Bocharova, O. A., Karpova, R. V., Bocharov, E. V., Vershinskaya, A. A., Baryshnikova, M. A., Kazeev, I. V. et al. (2020). Research of new phytoadaptogens and possibilities of herbal formulas application. *Russian Journal of Biotherapy*, 19(4), 35–44. (In Russian)]. <https://doi.org/10.17650/1726-9784-2020-19-4-35-44>
52. Новиков, В. С., Шустов, Е. Б., Оквитый, С. В. (2021). Методология исследования фундаментальных свойств адаптации и адаптогенной активности биологически активных веществ. *Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук*, 25(2), 99–114. [Novikov, V. S., Shustov, E. B., Okovityi, S. V. (2021). Methodology of studying fundamental properties of adaptation and adaptogenic activity of biologically active substances. *Herald of Education and Science Development of Russian Academy of Natural Sciences*, 25(2), 99–114. (In Russian)] <https://doi.org/10.26163/RAEN.2021.14.31.014>
53. Todorova, V., Ivanov, K., Delattre, C., Nalbantova, V., Karcheva-Bahchevanska, D., Ivanova, S. (2021). Plant adaptogens — History and future perspectives. *Nutrients*, 13(8), Article 2861. <https://doi.org/10.3390/nu13082861>
54. Panossian, A. G., Efferth, T., Shikov, A. N., Pozharitskaya, O. N., Kuchta, K., Mukherjee, P. K. et al. (2021). Evolution of the adaptogenic concept from traditional use to medical systems: Pharmacology of stress-and aging-related diseases. *Medicinal Research Reviews*, 41(1), 630–703. <https://doi.org/10.1002/med.21743>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
<b>Принадлежность к организации</b>	<b>Affiliation</b>
<p><b>Жамсаранова Сэсэгма Дашиевна</b> — доктор биологических наук, профессор, кафедра биотехнологии, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления 670013, Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40 В Тел.: +7-924-652-28-58 E-mail: zhamsarans@mail.ru ORCID: <a href="http://orcid.org/0000-0002-0574-1575">http://orcid.org/0000-0002-0574-1575</a> * автор для контактов</p>	<p><b>Sesegma D. Zhamsaranova</b>, Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Biotechnology, East Siberian State University of Technology and Management 40 B, Klyuchevskaya Str., 670013, Ulan-Ude, Russia Tel.: +7-924-652-28-58 E-mail: zhamsarans@mail.ru ORCID: <a href="http://orcid.org/0000-0002-0574-1575">http://orcid.org/0000-0002-0574-1575</a> * corresponding author</p>
<p><b>Ширеторова Валентина Германовна</b> — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, лаборатория химии природных систем, Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6 Тел.: +7-902-565-02-36 E-mail: vgshiretorova@mail.ru ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-3528-5101">https://orcid.org/0000-0002-3528-5101</a></p>	<p><b>Valentina G. Shiretorova</b>, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Nature Systems Chemistry, Baikal Institute of Nature Management Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences 6, Sakhyanova str., 670047, Ulan-Ude, Russia Tel.: +7-902-565-02-36 E-mail: vgshiretorova@mail.ru ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-3528-5101">https://orcid.org/0000-0002-3528-5101</a></p>
<p><b>Эрдынеева Светлана Аркадьевна</b> — кандидат фармацевтических наук, доцент, кафедра фармации, Медицинский институт, Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, 670000, Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а, Тел.: +7-983-537-54-81 E-mail: <a href="mailto:esssa198013@gmail.com">esssa198013@gmail.com</a> ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-4330-5723">https://orcid.org/0000-0002-4330-5723</a></p>	<p><b>Svetlana A. Erdyneeva</b>, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Docnet, Department of Pharmacy, Medical Institute, Buryat State University named after Dorzhi Banzarov 24a, Smolin St., 670000, Ulan-Ude, Russia Tel.: +7-983-537-54-81 E-mail: <a href="mailto:esssa198013@gmail.com">esssa198013@gmail.com</a> ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-4330-5723">https://orcid.org/0000-0002-4330-5723</a></p>
<p><b>Тыхеев Анатолий Александрович</b> — кандидат ветеринарных наук, научный сотрудник, Биотехнологический центр, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления 670013, Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40 В Тел.: +7-950-390-4426 E-mail: <a href="mailto:tykheev.a@mail.ru">tykheev.a@mail.ru</a> ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0001-5549-6144">https://orcid.org/0000-0001-5549-6144</a></p>	<p><b>Anatoly A. Tykheev</b>, Candidate of Veterinary Sciences, Researcher, Biotechnology Center, East Siberian State University of Technology and Management 40 B, Klyuchevskaya Str., 670013, Ulan-Ude, Russia Tel.: +7-950-390-4426 E-mail: <a href="mailto:tykheev.a@mail.ru">tykheev.a@mail.ru</a> ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0001-5549-6144">https://orcid.org/0000-0001-5549-6144</a></p>
<p><b>Лебедева Светлана Николаевна</b> — доктор биологических наук, профессор, кафедра биотехнологии, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления 670013, Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40 В Тел.: +7-908-590-57-86 E-mail: <a href="mailto:lebedeva1959@mail.ru">lebedeva1959@mail.ru</a> ORCID: <a href="http://orcid.org/0000-0001-5664-6028">http://orcid.org/0000-0001-5664-6028</a></p>	<p><b>Svetlana N. Lebedeva</b>, Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Biotechnology, East Siberian State University of Technology and Management 40 B, Klyuchevskaya Str., 670013, Ulan-Ude, Russia Tel.: +7-908-590-57-86 E-mail: <a href="mailto:lebedeva1959@mail.ru">lebedeva1959@mail.ru</a> ORCID: <a href="http://orcid.org/0000-0001-5664-6028">http://orcid.org/0000-0001-5664-6028</a></p>
<b>Критерии авторства</b>	<b>Contribution</b>
Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.	The author has the sole responsibility for writing the manuscript and is responsible for plagiarism.
<b>Конфликт интересов</b>	<b>Conflict of interest</b>
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.	The authors declare no conflict of interest.