

УДК 615.322

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ С НЕЙРОПРОТЕКТИВНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Филатова О.В., Мамышев Д.Д., Русин Е.Е.

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», Барнаул, e-mail: rector@asu.ru

Аннотация. Ноотропы можно определить как группу нейротропных препаратов, обладающих способностью улучшать память, восстанавливать нарушенные когнитивные функции головного мозга, улучшать обучение и воспроизведение информации, стимулировать активное бодрствование и повышать устойчивость организма к неблагоприятным или экстремальным факторам. В настоящее время ведется поиск новых биологически активных веществ растительного происхождения, расширяется сфера их использования. Цель настоящего обзора состоит в том, чтобы обобщить и проанализировать данные литературы по выявлению нейробиологических эффектов лекарственных растений и определить виды, наиболее перспективные для разработки на их основе лекарственных средств ноотропной направленности. Поиск научной литературы на английском языке по теме исследования проводили в библиографических базах Google Scholar, Scopus, Web of Science. Отбор научных статей на русском языке выполняли в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU. Обзор научных публикаций показал: экстракты гинкго билоба, астрагала перепончатого, ежовика гребенчатого, босвеллии серрата обладают нейропротективными свойствами. В основе их терапевтического действия лежат антитоксические и антиоксидантные свойства, способность тормозить апоптоз, влияние на различные нейромедиаторные системы и энергетический обмен нейронов, способность снижать токсическое действие β -амилоидного пептида на нейроны мозга при болезни Альцгеймера.

Ключевые слова: гинкго билоба, астрагал перепончатый, ежовик гребенчатый, босвеллия серрата, ноотроп

Работа выполнена при реализации программы «Приоритет-2030» в Алтайском государственном университете.

MEDICINAL PLANTS WITH NEUROPROTECTIVE PROPERTIES

Filatova O.V., Mamyshev D.D., Rusin E.E.

Altai State University, Barnaul, e-mail: rector@asu.ru

Annotation. Nootropics can be defined as a group of neurotropic drugs with the ability to improve memory, restore impaired cognitive functions of the brain, improve learning and information reproduction, stimulate active wakefulness and increase the body's resistance to adverse or extreme factors. Currently, a search is underway for new biologically active substances of plant origin, and the scope of their use is increasing. The purpose of this review is to summarize and analyze the literature data on the identification of neurobiological effects of medicinal plants and to identify the species most promising for the development of nootropic drugs based on them. The search for scientific literature in English on the research topic was carried out in the bibliographic databases Google Scholar, Scopus, Web of Science. The selection of scientific articles in Russian was carried out in the "Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU". A review of scientific publications showed: extracts of ginkgo biloba, astragalus membranous, crested hedgehog, boswellia serrata have neuroprotective properties. Their therapeutic effect is based on antitoxic and antioxidant properties, the ability to inhibit apoptosis, the effect on various neurotransmitter systems and energy metabolism of neurons, the ability to reduce the toxic effect of β -amyloid peptide on brain neurons in Alzheimer's disease.

Keywords: ginkgo biloba, webbed astragalus, crested hedgehog, boswellia serrata, nootrope

The work was carried out during the implementation of the "Priority-2030" program at Altai State University.

Во всем мире сохраняется тенденция старения населения (уже сегодня в мире насчитывается более 800 млн чел. в возрасте старше 60 лет, из них, по данным Росстата на 2023 г., 35 млн проживает в России, что составляет 24% от всего населения страны (<https://rosstat.gov.ru/folder/13877>, дата обращения: 13.03.24)). Снижение когнитивных функций в пожилом и старческом возрасте приводит к ограничению профессиональной и бытовой активности человека. Из-за старения населения проблема когнитивных нарушений будет становиться все более распространенной. Поддержание когнитивного здоровья, профилактика деменции среди пожилых людей, а также предупреждение

прогрессирования умеренных когнитивных нарушений являются важнейшим приоритетом науки и практического здравоохранения. Нейродегенеративные заболевания относятся к группе патологий неизлечимого и инвалидизирующего характера, поражающих людей всех возрастов, преимущественно пожилых. Эти заболевания ответственны за прогрессирующую и необратимую дегенерацию нейронов. По данным Всемирной организации здравоохранения, увеличение средней продолжительности жизни населения мира является одним из ключевых факторов распространенности нейродегенеративных заболеваний (<https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/dementia>,

дата обращения: 13.03.24). С целью защиты мозга применяют ноотропные лекарственные средства. Ноотропы можно определить как группу нейротропных препаратов, обладающих способностью улучшать память, восстанавливать нарушенные когнитивные функции головного мозга, улучшать обучение и воспроизведение информации, стимулировать активное бодрствование и повышать устойчивость организма к неблагоприятным или экстремальным факторам. Ноотропный эффект препаратов наблюдается в результате прямого воздействия на нервную клетку и вследствие улучшения мозгового кровообращения [1]. Среди ноотропных препаратов можно выделить синтетические и растительные. В последние годы возрос интерес к веществам, выделенным из лекарственных растений для лечения нейродегенеративных заболеваний [2].

Цель настоящего обзора состоит в том, чтобы обобщить и проанализировать данные литературы по выявлению нейробиологических эффектов лекарственных растений и определить виды, наиболее перспективные для разработки на их основе лекарственных средств ноотропной направленности.

Материалы и методы исследования

Поиск научной литературы на английском языке по теме исследования проводили в библиографических базах Google Scholar, Scopus, Web of Science. Отбор научных статей на русском языке выполняли в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU.

Результаты исследования и их обсуждение

Группа ноотропных препаратов чрезвычайно разнообразна как по химической структуре, так и по спектру фармакологического действия и механизмам действия [3]. Нейродегенеративные и нейропсихиатрические заболевания имеют перекрывающиеся механизмы, к которым относят:

- 1) синаптическую пластичность (синаптическое ремоделирование) [4];
- 2) глутаматергическую передачу [5];
- 3) участие центральной холинергической системы [6];
- 4) участие вторичных мессенджеров, участвующих в когнитивных целях [7];
- 5) отложение амилоида- β , апоптоз и наличие окислительного стресса [8].

Рецептор инсулина становится еще одной мишенью для изучения влияния ноотропов на когнитивные цели [9].

Ряд авторов констатируют, что доступные методы лечения синтетическими препаратами имеют различные побочные эф-

фекты [1, 10]. Ноотропные растительные препараты зарубежных фирм («Танакан», Франция; «Билобил», Словения; «Мемоплант», Германия; «Гинсана», Швейцария) являются дорогостоящими [10].

В настоящее время ведется поиск новых биологически активных веществ растительного происхождения, увеличиваются сферы их использования [10]. Лекарственные растения – это виды, вырабатывающие ценные биологически активные соединения, которые выращивают и применяют для профилактики или лечения ряда заболеваний. Учитывая растущее увеличение нейродегенеративных/неврологических заболеваний и поиск новых терапевтических подходов, определенные социально-демографические группы отдадут предпочтение именно использованию лекарственных растений. Таким образом, эта область нуждается в постоянном обзоре, который можно обновлять в свете новых фактических данных, что будет способствовать планированию политики здравоохранения. В природе существует большое разнообразие молекулярных структур, которые необходимы для разработки новых эффективных лекарств против ряда заболеваний. Натуральные продукты играют решающую роль в разработке новых лекарств и могут служить каркасом для других синтетических молекул. В этом обзоре обобщены существующие данные о сравнительной эффективности и безопасности трех лекарственных растений и одного гриба согласно данным, собранным в ходе исследований *in vitro* и *in vivo*, а также проведенных клинических испытаний.

Среди лекарственных растений многие обладают выраженными ноотропными свойствами: гинкго билоба [11], представители рода астрагал [12, 13], ежовик гребенчатый [14], босвеллия серрата [15].

Наиболее изученным растением с выраженными ноотропными свойствами является гинкго билоба (ГБ). ГБ считается одним из самых старых древесных растений в мире, непрерывно существующим более 270 млн лет. Экстракт его обладает полезными свойствами для лечения ряда патологий, таких как нейродегенеративные заболевания, катаракта, потеря слуха, поражения миокарда, поражение нейронов гиппокампа и повреждение печени. В его листьях содержатся флавоноиды и бифлавоноиды, терпеноиды (гинкголиды А, В, С, J, К, L и М), билобалиды, кверцетин, алкалоиды и ряд других веществ [16]. С.Г. Бурчинский указывает на то, что это касается только эталонных препаратов гинкго [17]. Одной из наиболее коммерчески доступных форм экстракта является EGb 761, стандар-

тизированный экстракт листьев *G. biloba* проявляет его клинические свойства.

В 1990–2000-х гг. были изучены ноотропные свойства ГБ. В эксперименте на животных была выявлена способность ГБ улучшать когнитивные функции, мнемоторные свойства, его антидепрессивная активность. Нейропротекторные качества препаратов гинкго были продемонстрированы на животных в моделях с органическим поражением мозга. В исследованиях здоровых волонтеров и пациентов с органической патологией мозга было показано позитивное влияние экстракта гинкго на когнитивные функции [16].

Было показано, что экстракты ГБ защищают клетки от окислительного стресса, улучшают жизнеспособность, ингибируют апоптоз клеток и ослабляют активацию микроглии, уменьшая нейровоспаление, влияют на энергетический обмен нейронов, увеличивают синаптическую пластичность, противодействуют ухудшению памяти [16]. Модулирующее влияние ГБ на холинергическую, адренергическую и серотонинергическую нейромедиаторные системы, по мнению некоторых исследователей, способно ослабить в них возрастные изменения, уменьшая, естественно, и клинические проявления умственной недостаточности [11].

Экстракты растений рода астрагал семейства бобовых являются источником биологически активных соединений: сапонинов, флавоноидов, непротеиновых аминокислот, полисахаридов, кумаринов, фенольных кислот, высших жирных кислот, витаминов, микроэлементов, дубильных веществ, эфирных масел, камеди и др. [2, 13].

Исследования астрагала монгольского на животных показали, что экстракты этого растения обнаруживают антидепрессивные свойства, снижают уровень тревоги в исследованиях на животных, способны нейтрализовать гидроксильные и липидные радикалы *in vitro* [2]. Сумма полисахаридов астрагала монгольского в дозе 1250 мг/кг увеличивала число оборотов колеса за 10 мин наблюдения в тесте принудительного плавания, проявляла сходство с антидепрессантами [2]. Сумма полисахаридов астрагала монгольского в малой дозе оказывала седативное действие в тесте «открытое поле». При увеличении дозы исчезало угнетение двигательной активности – то есть наблюдалось сочетание седативного и анксиолитического эффекта, которое связано с активацией ГАМК-ергической системы, проявляется в подавлении активности нейронных цепей [2]. Введение суммы полисахаридов астрагала монгольского в дозах 50 и 100 мг/кг снижало уровень тревож-

ности у крыс в тесте приподнятого крестообразного лабиринта [2].

Один из представителей этого рода, астрагал перепончатый, является адаптогеном, повышает устойчивость лабораторных животных к стрессу. Экстракт астрагала перепончатого повышает неспецифическую резистентность организма к воздействию неблагоприятных факторов среды: интенсивным физическим нагрузкам, гиперкапнической, гемической и тканевой гипоксии; иммобилизационному и психоэмоциональному стрессу, повышает физическую выносливость, обнаруживает противотревожное и ноотропное действие, ингибирует процессы перекисного окисления, усиливает антиоксидантный потенциал организма [12, 13].

Курсовое введение сухого экстракта астрагала перепончатого в дозе 50 мг/кг повышает устойчивость белых крыс к гипоксиям различного генеза. Курсовое введение животным экстракта астрагала в условиях иммобилизационного и эмоционального стресса снижает проявление стресс-реакции на фоне снижения количества гормонов симпатoadреналовой и гипоталамо-гипофизарно-адреналовой систем [12]. Установлено, что сухой экстракт подземных органов астрагала перепончатого инактивирует супероксид-радикалы и молекулы оксида азота [13].

Грибы демонстрируют огромный потенциал в качестве полифармацевтических препаратов благодаря своему богатому и сложному химическому составу и разнообразным формам биологической активности. Они содержат множество химических соединений, таких как полисахариды, тритерпены, алкалоиды, флавоноиды и другие компоненты, обладающие потенциальным терапевтическим действием [18]. Ежовик гребенчатый – гриб семейства герициевых. Исследования содержания вторичных метаболитов у ежовика гребенчатого проводятся с 1990-х гг. В 2021 г. F. Yang с соавт. [19] выявили в этом грибе до 102 соединений. В их число входят углеводы и их производные, флавоноиды, органические кислоты, нуклеотиды и их аналоги, аминокислоты, ненасыщенные жирные кислоты, терпеноиды, фенольные кислоты, фенилпропаноиды и стероиды. Эти вещества можно разделить на две основные категории. К первой категории относятся высокомолекулярные соединения, такие как полисахариды, β-глюканы. Как показали исследования, проведенные B. Thongbai с соавт. [20] и D. Ratto с соавт. [21], вторая категория состоит из низкомолекулярных соединений, таких как терпеноиды и поликетиды, включая эринацины и гериценоны, которые проявляют антиоксидантные, противодиабетические, проти-

вораковые, противовоспалительные и гиполлипидемические свойства. Особый интерес представляет то, что наиболее распространенные соединения – гериценоны и эринацины – способны эффективно преодолевать гематоэнцефалический барьер [22]. Они демонстрируют нейропротекторные и нейротрофические эффекты, как *in vitro*, так и *in vivo*, на моделях животных с инсультом [18] и болезнью Альцгеймера [23]. I. Szućko-Kociuba с соавт. [18] обобщили действие экстрактов ежевика гребенчатого на нервную систему, выделили нейропротективную (улучшение клеточной пролиферации, профилактика апоптоза, стимуляция клеточной регенерации нейронов, смягчение последствий оксидативного стресса, профилактика нейродегенеративных заболеваний, защита от гипоксии и ишемии) и нейротрофическую активность (стимуляция синтеза нейротрофинов NGF и BDNF, поддержка роста нейрональных клеток, лечение психических и тревожных расстройств, улучшение памяти и когнитивных функций).

BDNF и NGF – два наиболее известных нейротрофина. У млекопитающих самый высокий уровень экспрессии белка BDNF обнаружен в головном мозге, особенно в гиппокампе и коре головного мозга, которые отвечают за память, обучение и высшие когнитивные процессы. Другие периферические источники BDNF включают легкие, сердце, селезенку, печень, тимус, желудочно-кишечный тракт, кожу и гладкомышечную ткань кровеносных сосудов [24].

BDNF синтезируется в виде белка-предшественника про-BDNF, который под действием протеаз превращается в зрелую форму [25]. BDNF вместе со своим рецептором TrkB играет значительную роль в долговременной синаптической потенциации (LTP), которая считается модельным процессом формирования памяти [26]. Кроме того, BDNF играет важную роль в регуляции настроения, что тесно коррелирует с нейрогенным действием антидепрессантов. Дисфункции пути BDNF связаны с болезнью Альцгеймера, шизофренией, болезнью Хантингтона и синдромом Ретта [26].

Босвеллия серрата – представитель семейства бурзеровых, род деревьев, известных своей ароматной смолой, имеет множество фармакологических применений, особенно в качестве противовоспалительного средства. Смола босвеллии представляет собой сложную смесь эфирных масел, смоляных кислот, полисахаридов (камедь) и других соединений. Полисахариды смолы босвеллии содержат галактозу, арабинозу, галактуроновую кислоту. В эфиромасляную фракцию входят эфиры, спирты, монотер-

пены и дитерпены. Босвелиевые кислоты относятся к терпеноидной фракции смолы, используются в качестве компонентов лекарственных препаратов [27]. Механизм действия босвелиевых кислот аналогичен действию нестероидных противовоспалительных препаратов, не обладая их отрицательными побочными эффектами [27]. Доклинические исследования продемонстрировали, что при пероральном приеме водного экстракта босвеллии серрата наблюдалось значительное увеличение способности к обучению крыс, улучшение кратковременной и долговременной памяти [28]. Кроме того, босвеллия способствует укреплению и восстановлению стенок сосудов. Она обладает выраженными антисептическими, противомикробными и седативными свойствами [27]. Босвелиевые кислоты применимы также для лечения болезни Альцгеймера [15]. Лечение крыс с моделью болезни Альцгеймера водными настоями босвеллии серрата в дозе 45 и 90 мг/кг/день в течение 12 недель подряд значительно улучшало нейродегенеративные характеристики тканей головного мозга [15].

Заключение

Увеличение средней продолжительности жизни в последние десятилетия делает возрастные нейродегенеративные заболевания все более распространенной реальностью в клинической практике сейчас и в будущем. Сегодня нейродегенеративные и нервно-психические заболевания поражают миллионы людей во всем мире. Эти заболевания представляют собой проблему для общества из-за растущего числа людей, страдающих этими патологиями, и отсутствия надлежащего лечения.

В этом контексте натуральные продукты приобретают все большее значение в фармацевтической промышленности как источник вдохновения для новых биологических активных молекулярных моделей. Как показано в этом обзоре, растения предотвращают различные неврологические, сердечно-сосудистые и канцерогенные заболевания, а также обладают потенциалом для улучшения памяти, обучаемости и когнитивных навыков, главным образом благодаря их антиоксидантным свойствам, взаимодействию с ферментами и рецепторами, активации генов и сигнальных путей.

Современные экспериментальные данные и клинические наблюдения указывают на то, что экстракты гинкго билоба, астрагала перепончатого, ежевика гребенчатого, босвеллии серрата обладают нейропротективными свойствами. В основе их терапевтического действия лежат антиоксидантные

и антиоксидантные свойства, способность тормозить апоптоз, влияние на различные нейромедиаторные системы и энергетический обмен нейронов.

По мнению авторов, хотя опубликовано большое количество статей о лекарственных растениях, все еще недостаточно информации об их химическом составе, точном механизме действия, эффективных и потенциально токсичных дозах, их биодоступности и метаболизме, и будущие исследования должны быть сосредоточены на этом. Более того, многие из рассмотренных клинических испытаний также указали на ограничения, которые необходимо преодолеть в будущих исследованиях, такие как уменьшенное количество участников и короткая продолжительность, что затрудняло сравнение с группами плацебо.

Список литературы

1. Монсеева А.А., Бахрушина Е.О., Краснок И.И. Перспективы разработки препарата ноотропного действия на основе гопантеновой кислоты и мелатонина // *Colloquium-journal*. Голопристанский районный центр занятости. 2019. № 13–3. С. 92–94.
2. Жалсрай А. Исследование нейропротективных свойств извлечений из лекарственных растений при моделях заболеваний центральной нервной системы: дис. ... докт. биол. наук. Томск, 2019. 312 с.
3. Suliman N.A., Taib C.N.M., Moklas M.A.M., Adenan M.I., Baharuldin M.T.H., Basir R. Creation of natural nootropics: recent molecular improvement under the influence of natural nootropics. Evidence-based complementary and alternative medicine. 2016. DOI: 10.1155/2016/4391375.
4. Абонакур А., Смирнова Г.Р., Иджилова О.С., Малышев А.Ю. Изменение морфологии шипикового аппарата нейрона при выработке гетеросинаптической пластичности // *Оптогенетика+* 2023. 2023. С. 8.
5. Дергачев В.Д., Яковлева Е.Е., Бычков Е.Р., Пиотровский Л.Б., Шабанов П.Д. Роль глутаматного рецепторного комплекса в организме. NMDA-лиганды при нейродегенеративных процессах – современное состояние проблемы // *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. 2022. Т. 20, № 1. С. 17–28.
6. Дзяк Л.А., Цуркаленко Е.С. Роль холинергического дефицита в патогенезе психоневрологических заболеваний // *Международный неврологический журнал*. 2019. № 3 (103). С. 39–47.
7. Часовских Н.Ю., Чижик Е.Е. Биоинформационный анализ биологических путей при ишемической болезни сердца и болезни Альцгеймера // *Бюллетень сибирской медицины*. 2022. Т. 21, № 4. С. 193–204.
8. Воробьев С.В., Янишевский С.Н. Глимфатическая система и ее роль в развитии болезни Альцгеймера // *Трансляционная медицина*. 2021. Т. 8, № 3. С. 14–21.
9. Булгакова С.В., Романчук П.И., Тренева Е.В. Инсулин, головной мозг, болезнь Альцгеймера: новые данные // *Бюллетень науки и практики*. 2020. Т. 6, № 3. С. 96–126.
10. Крылов Н.Н., Кулешова С.А., Компанцева Е.В., Шевченко А.М. Изучение нейротропной и антигипоксической активности композиции гинкготропил-форте // *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2020. Т. 19, № 4. С. 34–39.
11. Арушанян Э.Б., Бейер Э.В. Ноотропные свойства препаратов гинкго билоба // *Экспериментальная и клиническая фармакология*. 2008. Т. 71, № 4. С. 57–63.
12. Сергалиева М.У., Мажитова М.В., Самотруева М.А. Биологическая активность экстрактов растений рода *Astragalus* // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21809> (дата обращения: 21.02.2024).
13. Самотруева М.А., Сергалиева М.У. Исследование психомодулирующих свойств экстракта астрагала обыкновенного на фоне информационной перегрузки // *Фармация и фармацевтика. Фармакология*. 2018. Т. 6, № 3. С. 255–268.
14. Синцова Я.С. Ноотропные вещества // *Актуальные проблемы социально-экономического развития современного общества: сб. статей I международной заочной научно-практической конференции (20 апреля 2020 г.)*. Киров: ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, 2020. С. 384–388.
15. Yassin N.A.Z., El-Shenawya S.M.A., Mahdyb K.A., Goudad N.A.M., Married A.E.H., Farrage A.R.H., Ibrahim B.M.M. Effect of *Boswellia serrata* on Alzheimer's disease induced in rats // *Journal of the Arab Society for Medical Research*. 2013. Vol. 8, Is. 1. P. 1–11.
16. Катунина Е.А. Гинкго билоба: итоги полувекowego опыта применения. Полиmodalность эффектов гинкго билоба: экспериментальные и клинические исследования // *Неврология и ревматология. Приложение к журналу Consilium Medicum*. 2013. № 2. С. 53–57.
17. Бурчинский С.Г. Препараты гинкго в современной стратегии нейропротекции: возможности и перспективы // *Международный неврологический журнал*. 2011. № 1. С. 7–14.
18. Szućko-Kociuba I., Trzeciak-Ryczek A., Kupnicka P., Chlubek D., Neurotrophic and Neuroprotective Effects of *Hericium erinaceus* // *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24, Is. 21. P. 159–160.
19. Yang F., Wang H., Feng G., Zhang S., Wang J., Cui L. Rapid Identification of Chemical Constituents in *Hericium erinaceus* Based on LC-MS/MS Metabolomics // *J. Food Qual.* 2021. Vol. 2021. P. 1–10.
20. Thongbai B., Rapior S., Hyde K.D., Wittstein K., Stadler M. *Hericium erinaceus*, an amazing medicinal mushroom // *Mycol. Prog.* 2015. Vol. 14. P. 1–23.
21. Ratto D., Corana F., Mannucci B., Priori E.C., Cobelli F., Roda E., Ferrari B., Occhinegro A., Di Iorio C., De Luca F. *Hericium erinaceus* Improves Recognition Memory and Induces Hippocampal and Cerebellar Neurogenesis in Frail Mice during Aging // *Nutrients*. 2019. Vol. 11, Is. 4. P. 715.
22. Hu J.H., Li I.C., Lin T.W., Chen W.P., Lee L.Y., Chen C.C., Kuo C.F. Absolute Bioavailability, Tissue Distribution, and Excretion of Erinacine S in *Hericium erinaceus* Mycelia // *Molecules*. 2019. Vol. 24, Is. 8. P. 1624.
23. Friedman M. Chemistry, Nutrition and Health-Promoting Properties of *Hericium erinaceus* (Lion's Mane) Mushroom Fruiting Bodies and Mycelia and Their Bioactive Compounds // *J. Agric. Food Chem.* 2015. Vol. 63, Is. 32. P. 7108–7123.
24. Bathina S., Das U.N. Brain-derived neurotrophic factor and its clinical implications // *Arch. Med. Sci.* 2015. Is. 11. P. 1164–1178.
25. Vigna L., Morelli F., Agnelli G.M., Napolitano F., Ratto D., Occhinegro A., Di Iorio C., Savino E., Girometta C., Brandalise F., et al. *Hericium erinaceus* Improves Mood and Sleep Disorders in Patients Affected by Overweight or Obesity: Could Circulating Pro-BDNF and BDNF Be Potential Biomarkers? Evid.-Based Complement // *Altern. Med.* 2019. P. 7861297.
26. Martínez-Mármol R., Chai Y., Conroy J.N., Khan Z., Hong S.M., Kim S.B., Gormal R.S., Lee D.H., Lee J.K., Coulson E.J. et al. Hericerin derivatives activates a pan-neurotrophic pathway in central hippocampal neurons converging to ERK1/2 signalling enhancing spatial memory // *J. Neurochem.* 2023. Vol. 165. P. 791–808.
27. Скатков С.А., Асаад Л., Асфура Т., Демина Н.Б. Камеде-смоли ладан и мирра в медицинской практике // *Фармация*. 2013. № 1. С. 51–54.
28. Sharifabad M.H., Esfandiari E., Alaei H. Effects of aqueous frankincense extract during the gestational period on the increasing power of learning and memory in adult offsprings // *J. Isfahan. Med. Sch.* 2004. Vol. 21. P. 16–20.