

**ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТОГЕННЫХ,  
САХАРОСНИЖАЮЩИХ И ГЕПАТОПРОТЕКТОРНЫХ  
СВОЙСТВ КЛИТОРИИ ТРОЙЧАТОЙ (*CLITORIA TERNATEA* L.)  
НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МОДЕЛЯХ *in vivo***

**О. И. ГУБИЧ<sup>1)</sup>, Я. А. БАНДЫК<sup>1)</sup>, Н. А. ЗАЛЕССКАЯ<sup>2)</sup>,  
С. С. ОКОРОКОВА<sup>1)</sup>, А. И. КАПАНИК<sup>1)</sup>, А. Э. ГЕРАСИМОВА<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

<sup>2)</sup>РУП «Белмедпрепараты», ул. Фабрициуса, 30, 220007, г. Минск, Беларусь

Изучено влияние препарата клитории тройчатой (*Clitoria ternatea* L.) на показатели энергетического и углеводного обмена в условиях повышенной физической нагрузки, рассмотрена возможность коррекции им величин биохимических маркеров углеводного и липидного обмена в экспериментальных моделях гиперфагии и сахарного диабета, проанализирована эффективность стабилизации данным препаратом маркеров поражения печени и перекисного окисления липидов у крыс в экспериментальной модели хронической алкогольной интоксикации. Установлено, что отвар клитории тройчатой обладает адаптогенным эффектом, оказывает стабилизирующее, антиоксидантное и гепатопротекторное действие. Это может быть обусловлено наличием в составе растения флавоноидов, аскорбиновой кислоты, танинов и непредельных жирных кислот, проявляющих антиоксидантные свойства, а также дитерпенов, терпенов и гликозидов, способствующих повышению проницаемости клеточных мембран для глюкозы.

**Ключевые слова:** углеводный обмен; энергетический обмен; физическая нагрузка; экспериментальная гиперфагия; экспериментальный сахарный диабет; хроническая алкогольная интоксикация; перекисное окисление липидов; клитория тройчатая.

**Образец цитирования:**

Губич ОИ, Бандык ЯА, Залеская НА, Окорокова СС, Капаник АИ, Герасимова АЭ. Исследование адаптогенных, сахароснижающих и гепатопротекторных свойств клитории тройчатой (*Clitoria ternatea* L.) на экспериментальных моделях *in vivo*. Журнал Белорусского государственного университета. Биология. 2020;1:27–38. <https://doi.org/10.33581/2521-1722-2020-1-27-38>

**For citation:**

Hubich AI, Bandyk YA, Zalesskaya NA, Okarakava SS, Kapanic AI, Herasimava AE. The investigation of adaptogenic, hypoglycemic and hepatoprotective properties of *Clitoria ternatea* L. on experimental models *in vivo*. Journal of the Belarusian State University. Biology. 2020;1:27–38. Russian. <https://doi.org/10.33581/2521-1722-2020-1-27-38>

**Авторы:**

**Оксана Игоревна Губич** – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры биохимии биологического факультета.

**Янина Александровна Бандык** – студентка биологического факультета. Научный руководитель – О. И. Губич.

**Наталья Александровна Залеская** – специалист по фармаконадзору отдела фармаконадзора.

**Светлана Сергеевна Окорокова** – студентка биологического факультета. Научный руководитель – О. И. Губич.

**Алена Игоревна Капаник** – студентка биологического факультета. Научный руководитель – О. И. Губич.

**Алина Эдуардовна Герасимова** – студентка биологического факультета. Научный руководитель – О. И. Губич.

**Authors:**

**Aksana I. Hubich**, PhD (biology), docent; associate professor at the department of biochemistry, faculty of biology.

[hubich\\_oksana@tut.by](mailto:hubich_oksana@tut.by)

**Yanina A. Bandyk**, student at the faculty of biology.

[yanabandyk@gmail.com](mailto:yanabandyk@gmail.com)

**Natalya A. Zalesskaya**, specialist in pharmacovigilance at the department of pharmacovigilance.

[natik-name@mail.ru](mailto:natik-name@mail.ru)

**Svyatlana S. Okarakava**, student at the faculty of biology.

[svetka\\_konfetti1999@gmail.com](mailto:svetka_konfetti1999@gmail.com)

**Alena I. Kapanic**, student at the faculty of biology.

[kapanic1998@mail.ru](mailto:kapanic1998@mail.ru)

**Alina E. Herasimava**, student at the faculty of biology.

[geralinka911@gmail.com](mailto:geralinka911@gmail.com)

## THE INVESTIGATION OF ADAPTOGENIC, HYPOGLYCEMIC AND HEPATOPROTECTIVE PROPERTIES OF *CLITORIA TERNATEA* L. ON EXPERIMENTAL MODELS *in vivo*

A. I. HUBICH<sup>a</sup>, Y. A. BANDYK<sup>a</sup>, N. A. ZALESSKAYA<sup>b</sup>,  
S. S. OKARAKAVA<sup>a</sup>, A. I. KAPANIC<sup>a</sup>, A. E. HERASIMAVA<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Belarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

<sup>b</sup>RUE «Belmedpreparaty», 30 Fabrycyusa Street, Minsk 220007, Belarus

Corresponding author: A. I. Hubich (hubich\_oksana@tut.by)

This work is devoted to the study of the effect of *Clitoria ternatea* L. decoction for energy and carbohydrate metabolism in conditions of increased physical activity, the analysis of possibilities carbohydrate and lipid metabolism markers correcting in a model of experimental hyperphagia and experimental diabetes, and the efficiency of the stabilization of liver injury and lipid peroxidation markers in rats in an experimental model of chronic alcohol intoxication. It's established that *Clitoria ternatea* L. has a stabilizing effect on carbohydrate metabolism in rats with experimental diabetes and hyperphagia, exhibits antioxidant and hepatoprotective effect in rats with experimental alcoholic liver, comparable to the action of classical hepatoprotector «Hepsil-Rn», has adaptogenic effect in experimental model of physical activity, comparable to the energy drink «Burn». The effect of the prepatation tested was more pronounced under alloxan diabetes than the effect of the anti-diabetic «Sadifit» collection. The results obtained may be due to the presence of flavonoids, ascorbic acid, tannins and unsaturated fatty acids, exhibiting an antioxidant effect, as well as glycosides, terpenes and diterpenes, contributing to increased permeability of cell membranes for glucose.

**Keywords:** carbohydrate metabolism; energy metabolism; physical activity; experimental hyperphagia; experimental diabetes mellitus; chronic alcohol intoxication; lipid peroxidation; *Clitoria ternatea* L.

### Введение

Клитория тройчатая (*Clitoria ternatea* L.) – дикорастущее и культивируемое растение семейства бобовых (Fabaceae), произрастающее в тропических лесах экваториальной и субэкваториальной климатических зон на территории Южной и Юго-Восточной Азии и широко используемое в народной индийской и тайской медицине, а также в кулинарии указанного региона в качестве синего пищевого красителя и для приготовления традиционного напитка (так называемого синего тайского чая) [1–3]. Фитохимический анализ выявил высокое содержание в листьях, цветках и корнях данного растения пентациклических тритерпеноидов (тараксерола, тараксерона), танинов, флобатанина, сапонинов, флавоноидов (кверцетина) и их гликозидов, сердечных гликозидов, стероидов, незаменимых аминокислот, специфических антоцианов (тернатинов С1–С5 и D3) и их гликозидов, витаминов группы В, аскорбиновой кислоты, ацилированных производных дельфинидина [4–7]. В семенах *Clitoria ternatea* L. обнаружены нуклеопротеин, аминокислотная последовательность которого сходна с инсулином, обладающий антимикробной активностью белок финотин и специфические лектины [8].

Столь разнообразный химический состав предопределил использование водных отваров и спиртовых настоек различных частей растения в нетрадиционной медицине. В частности, препараты корней, семян и листьев применяли для повышения тонуса головного мозга, улучшения памяти и интеллектуальной деятельности, а также в качестве антидепрессантного, седативного и противосудорожного средства [3]. Сок, полученный из цветков, рекомендовали при укусах насекомых и заболеваниях кожи, а настойку корней и семян – как мочегонный и противовоспалительный препарат [4].

В традиционной медицине данное растение не применяется, однако в последние годы оно начало активно проникать на европейский рынок. Клитория тройчатая пользуется большим спросом среди любителей фитотерапии и рядовых граждан как натуральное средство, обладающее тонизирующим, иммуностимулирующим, гиполипидемическим, антиоксидантным действием, улучшающее состояние сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, кожи и волос. Между тем ряд авторов обращают внимание на тот факт, что длительная история использования фитопрепаратов в народной медицине не может служить гарантией их безопасности и эффективности [9; 10]. С другой стороны,

детальное изучение фармакологических свойств растительных средств, характеризующихся многообразным химическим составом, безусловно, позволяет не только оценить потенциальную опасность их бесконтрольного ежедневного применения, но и установить ранее неизвестные полезные с точки зрения фармакологии биологические эффекты [9–12].

В связи с этим *Clitoria ternatea* L. подвергается всестороннему фармакологическому и токсикологическому исследованию. В настоящее время экспериментально подтверждена антиревматоидная, иммуномодуляторная, диуретическая и антиастматическая активность экстрактов корней клитории [3; 13], противовоспалительное действие экстрактов ее лепестков [14], болеутоляющий и антиоксидантный эффект спиртовых настоек листьев [15], способность водных вытяжек всех частей растения подавлять рост и жизнедеятельность целого ряда бактерий (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumonia*, *Streptococcus agalactiae*, *Aeromonas hydrophila*) и проявлять антидепрессантный эффект [16; 17].

Цель настоящей работы – изучение адаптогенных, гепатопротекторных и сахароснижающих свойств отвара цветков клитории тройчатой (*Clitoria ternatea* L.) на экспериментальных моделях *in vivo*.

### Материалы и методы исследования

Работа выполнена на беспородных белых мышах-самцах массой 30–50 г (исследование адаптогенных свойств *Clitoria ternatea* L. в условиях физической нагрузки) и на беспородных белых крысах-самцах массой 180–200 г (экспериментальные модели гиперфагии, сахарного диабета и хронического алкогольного поражения печени). Все эксперименты осуществлялись в соответствии с этическими нормами обращения с животными, а также правилами проведения работ с использованием лабораторных животных в научных исследованиях, составленными на основании рекомендаций и требований Всемирного общества защиты животных и Европейской конвенции по защите экспериментальных животных (Страсбург, 1986).

Во всех экспериментальных моделях использовали коммерческий препарат *Clitoria ternatea* L. (ООО «TeaShop», Россия). Отвар цветков готовили согласно прилагающейся инструкции (50 мг цветков на 200 мл воды) и предоставляли для питья соответствующим группам подопытных животных вместо воды (экспериментальные модели хронического алкогольного поражения печени, сахарного диабета и гиперфагии) или вводили в дозе 2 мл/кг однократно перорально с помощью пипетки перед проведением эксперимента (изучение адаптогенных свойств в условиях физической нагрузки).

Исследование адаптогенных свойств клитории в условиях физической нагрузки предполагало 10-минутное плавание животных в воде комнатной температуры (24,5 °С). Наступление утомления фиксировали по убыли концентрации глюкозы и приросту концентрации пирувата (предшественника молочной кислоты) в крови подопытных мышей, снижению содержания суммарной фракции макроэргов и отдельно креатинфосфата в скелетной мускулатуре. В качестве препарата сравнения в данной модели эксперимента использовали коммерческий энергетический напиток «Burn» (ИП «Кока-Кола Бевэриджис Украина Лимитед», Украина). Энергетик вводили лабораторным мышам однократно перорально с помощью пипетки в подобранной опытным путем дозе 2 мл/кг за 20 мин до начала эксперимента.

Для создания экспериментальной модели гиперфагии использовалась «ресторанная диета», рекомендованная Институтом фармакологии имени А. В. Валдьмана (Санкт-Петербург). Рацион диеты на 1 крысу в день включал: белый хлеб – 5 г, шоколадное печенье – 5 г, картофельные чипсы – 5 г, сырные крекеры – 5 г, молочный шоколад – 5 г, творог (5 %) – 10 г. Перечисленные продукты в измельченном виде предоставлялись крысам как постоянный выбор. Продолжительность диеты – 7 дней. Среднее энергопотребление у крыс, находившихся на данной диете, равнялось 220 ккал/сут. Содержание белков на 1 крысу составляло 7,2 г, жиров – 10,2, углеводов – 25,4 г.

Для создания экспериментальной модели хронической алкогольной интоксикации 96 % этанол разводили водой до 15 % и предоставляли для питья (как альтернативу воде) в течение 6 нед. лабораторным крысам, имевшим предрасположенность к алкоголизму, т. е. добровольно употреблявшим этиловый спирт в объеме ( $V_{cp}$ ) 10–12 мл/сут. Указанная модель также была разработана Институтом фармакологии имени А. В. Валдьмана и использована нами без модификации.

Экспериментальный сахарный диабет индуцировался однократной внутрибрюшинной инъекцией аллоксана в дозе 100 мг/кг, выведение животных из эксперимента путем декапитации осуществлялось через 7 сут. В качестве препарата сравнения использовали аптечный противодиабетический сбор «Садифит» (ЗАО «Лектравы», Украина) следующего состава, г/г: побеги черники (0,2), створки плодов фасоли обыкновенной (0,2), чай зеленый листовой (0,15), листья мяты перечной (0,05), клубни топинамбура (0,2), листья стевии (0,2). Отвар данного препарата готовили в соответствии с прилагающейся инструкцией и предоставляли лабораторным животным для питья вместо воды в течение 7 сут.

В качестве эталонного растительного препарата гепатопротекторного действия использовали «Гепсил-Рн» (ООО «Рубикон», Беларусь), активным фармацевтическим компонентом которого является сухой экстракт из плодов расторопши пятнистой, эквивалентный 35 мг силимарина [18]. Водную суспензию этого препарата вводили интактным животным и крысам с алкогольным поражением печени в дозе 9 мг/кг перорально с помощью пипетки в течение 7 сут.

По окончании эксперимента животных подвергали декапитации и проводили измерение величин основных биохимических маркеров изучаемых патологий. Активность  $\alpha$ -амилазы определяли по методу Каравея [19], аланинаминотрансферазы (АлАТ) и щелочной фосфатазы (ЩФ) – спектрофотометрическим методом с использованием коммерческих наборов реагентов, содержание билирубина устанавливали по методу Йендрашика [19], суммарное количество основных макроэргов – по цветной реакции с молибдатом аммония в присутствии аскорбиновой кислоты [20], содержание креатинфосфата – по приведенной в практикуме [21] методике, пирувата – модифицированным методом Умбрайтта [19], глюкозы – глюкозооксидазным методом с помощью коммерческого набора реагентов, восстановленных SH-групп – по методу Элмана [20], ТБК-активных продуктов – спектрофотометрическим методом [21], активность каталазы измеряли описанным в статье [22] способом, а супероксиддисмутазы (СОД) – по методу Костюка [23].

Экспериментальные данные обрабатывали статистически с подсчетом среднего арифметического ( $X$ ), стандартной ошибки среднего арифметического ( $\pm Sx$ ) и достоверности при уровне значимости  $p \leq 0,05$ . Для статистических расчетов использовали лицензионный пакет программ *Stadia 6.0*.

### Результаты и их обсуждение

Первый этап нашей работы был посвящен изучению адаптогенных свойств отвара клитории тройчатой в условиях повышенной физической нагрузки, которая, как отмечалось выше, представляла собой 10-минутное плавание лабораторных мышей при температуре воды 24,5 °С. Данная нагрузка приводила к наступлению состояния утомления, выразившегося в неспособности животных совершать дальнейшие активные плавательные движения, что было проявлением закономерного снижения содержания макроэргов в скелетной мускулатуре (суммарное количество макроэргов оказалось ниже начальных значений на 60 %, содержание креатинфосфата – на 44 %), почти полного исчерпания концентрации глюкозы в крови (до 15,1 % от начального уровня) и, соответственно, накопления пирувата (+262 % к контролю) (табл. 1).

Иная картина наблюдалась при аналогичной физической нагрузке, но после однократного приема животными отвара клитории в экспериментально подобранной максимально эффективной дозе (2 мл/кг) за 20 мин до начала эксперимента. Так, снижение уровня макроэргов в скелетной мускулатуре было менее выраженным (суммарное содержание составило 63,5 % от исходного, содержание креатинфосфата – 70,9 %), как и уменьшение концентрации глюкозы в крови (–56,6 % к контролю) (см. табл. 1). Таким образом, в условиях физической нагрузки отвар клитории тройчатой проявил важнейшее свойство препаратов группы адаптогенов – обеспечение более экономного расходования субстратов и появления у организма способности оптимального функционирования при меньших затратах энергии, что и делает возможной адаптацию к повышенным нагрузкам [24]. Примечательно, что наблюдаемый эффект реализовался уже после первого приема отвара, что характерно для немногих растительных адаптогенов (например, железницы крымской, рододендрона Адамса) [25; 26]. Высокая скорость реализации стимулирующего эффекта указывает на то, что, вероятно, непосредственные мишени действия активных компонентов исследуемого отвара располагаются не в скелетной мускулатуре, оказывается опосредованное влияние через центральную нервную систему или путем выброса простагландинов. Для установления более точного механизма действия клитории тройчатой в условиях физической нагрузки требуются дополнительные исследования.

Обращает на себя внимание тот факт, что пероральное введение исследуемого отвара интактным мышам в отсутствие физической нагрузки не сопровождалось выраженными изменениями анализируемых показателей углеводного и энергетического обмена (см. табл. 1), что соответствует первому требованию, предъявляемому к адаптогенным препаратам, согласно которому адаптоген может действовать только на соответствующем фоне, с минимальными сдвигами в нормальных условиях или без них [24]. Интересно, что близкие изменения анализируемых показателей наблюдались и при использовании препарата сравнения – энергетика «Вигн» в аналогичной дозе (см. табл. 1).

Следующий этап работы был посвящен определению гепатопротекторной активности клитории тройчатой в экспериментальной модели алкогольного поражения печени. Основанием для постановки этой серии экспериментов послужил тот факт, что в соответствии с рядом исследований этанольные экстракты листьев изучаемого растения проявляли гепатопротекторные свойства в экспериментальных моделях парацетамол- и  $CCl_4$ -индуцированного поражения печени, снижая активность сывороточных аминотрансфераз и содержание общего билирубина [1; 3].



Таблица 1

Значение параметров углеводного и энергетического обмена у лабораторных мышей, подвергнутых физической нагрузке, при использовании энергетического напитка «Burn» и отвара клитории тройчатой

Table 1

The value of the carbohydrate and energy metabolism parameters of laboratory mice subjected to physical activity when using energy drink «Burn» and *Clitoria ternatea* L. decoction

Серия эксперимента	Содержание макроэргов в мышцах, мкмоль/г	Содержание креатинфосфата в мышцах, мкмоль/г	Содержание пирувата, мкг/мл	Концентрация глюкозы, ммоль/л
Интактные мыши	0,27 ± 0,07 (100 %)	2,65 ± 0,17 (100 %)	0,29 ± 0,06 (100 %)	10,60 ± 1,45 (100 %)
Мыши, подвергнутые физической нагрузке	0,11 ± 0,05 (40,1 %)*	1,49 ± 0,04 (56,0 %)*	1,05 ± 0,25 (362,1 %)*	1,60 ± 0,29 (15,1 %)*
Отвар клитории тройчатой	0,24 ± 0,06 (88,9 %)	2,40 ± 0,10 (90,6 %)	0,26 ± 0,04 (89,7 %)	9,70 ± 0,36 (91,5 %)
Отвар клитории тройчатой на фоне физической нагрузки	0,17 ± 0,07 (63,5 %)* <sup>a</sup>	1,88 ± 0,08 (70,9 %)* <sup>a</sup>	0,81 ± 0,17 (279,3 %)* <sup>a</sup>	4,60 ± 0,35 (43,4 %)* <sup>a</sup>
Энергетик «Burn»	0,28 ± 0,05 (102,2 %)	2,50 ± 0,16 (94,3 %)	0,36 ± 0,04 (124,1 %)*	9,40 ± 0,49 (88,7 %)*
Энергетик «Burn» на фоне физической нагрузки	0,03 ± 0,01 (12,2 %)* <sup>a</sup>	1,87 ± 0,15 (70,64 %)* <sup>a</sup>	0,92 ± 0,10 (317,24 %)	5,00 ± 0,95 (47,17 %)* <sup>a</sup>

Примечание. Данные в таблице представлены в виде  $X \pm Sx$ . \*, <sup>a</sup>Результаты достоверны при  $p \leq 0,05$  ( $n = 5$  для каждой серии): достоверность влияния физической нагрузки, энергетика «Burn» и отвара клитории тройчатой рассчитана по отношению к значениям анализируемых маркеров интактных мышей (\*), а эффектов исследуемых препаратов при физической нагрузке – к показателям интактных животных, подвергнутых 10-минутному плаванию в воде (<sup>a</sup>).

Как свидетельствуют данные, представленные в табл. 2, хроническое 5-недельное спаивание крыс этанолом приводит к выраженным изменениям всех анализируемых показателей: увеличению активности маркерных ферментов печени в сыворотке крови подопытных крыс (АлАТ – на 58,6 %, ЩФ – на 77,8 %), повышению содержания билирубина (свободного – на 148,4 %, связанного – на 52,5 %), подавлению альбумин-синтезирующей функции печени (снижение содержания альбумина в сыворотке крови составило 33 %).

Известно, что метаболизм этанола в печени осуществляется при помощи трех ферментных систем – алкогольдегидрогеназы, цитохрома P<sub>450</sub>2E1 (CYP2E1) и каталазы [27]. Под действием алкогольдегидрогеназы и CYP2E1 алкоголь метаболизируется в ацетальдегид, который может опосредованно активировать перекисное окисление липидов (ПОЛ), что связано с его способностью снижать в гепатоцитах содержание восстановленного глутатиона, абсолютно необходимого для функционирования глутатионпероксидазы, участвующей в катаболизме H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> [28]. Накопление активных форм кислорода, в свою очередь, приводит к нарушению структуры липидного бислоя мембран клеток печени, что предопределяет возможность развития острого алкогольного гепатита и цирроза печени у алкоголиков [28].

Действительно, как свидетельствуют результаты, представленные в табл. 3, хроническое спаивание крыс этанолом вызывало повышение содержания ТБК-активных продуктов в печени на 51,5 %, увеличение активности каталазы на 38,9 %, а также снижение содержания восстановленных SH-групп на 41,3 %, что хорошо согласуется как с первоначальной гипотезой, так и с литературными данными [28; 29].

На следующем этапе исследования крысам с хроническим алкогольным поражением печени в рацион вводили широко используемый в медицинской практике гепатопротектор растительного происхождения «Гепсил-Рн». Входящие в его состав биофлавоноиды обеспечили выраженный антиоксидантный эффект и способствовали частичному восстановлению функций гепатоцитов у крыс, подвергшихся хроническому алкогольному воздействию (см. табл. 2 и 3). Так, установлено, что после ежедневного применения препарата «Гепсил-Рн» в течение 7 сут в экспериментальной модели хронического алкогольного воздействия активность АлАТ снизилась на 37,3 %, активность ЩФ – на 56,2 %, содержание свободного и связанного билирубина – на 40,1 и 46,2 % соответственно. Описанные изменения

сопровождались и некоторой стабилизацией величин изучаемых показателей ПОЛ: содержание ТБК-активных продуктов в гомогенате печени крыс уменьшилось на 32,9 %, а содержание восстановленных SH-групп повысилось на 20,2 % по сравнению с показателями животных с хроническим поражением печени этанолом, не получавших препарат. Приведенные данные хорошо согласуются с ранее представленными результатами [29].

Таблица 2

**Влияние отвара клитории тройчатой и препарата гепатопротекторного ряда «Гепсил-Рн» на показатели поражения печени в сыворотке крови интактных крыс и животных с экспериментальной алкогольной интоксикацией**

Table 2

**The effect of *Clitoria ternatea* L. decoction and hepatoprotective drug «Hepsil-Rn» on the liver damage markers in the blood serum of intact rats and animals with experimental alcohol intoxication**

Серия эксперимента	Содержание альбумина, г/л	Активность ЩФ, мкмоль/л	Активность АЛАТ, молей НАДН в минуту	Содержание свободного билирубина, мкмоль/л	Содержание связанного билирубина, мкмоль/л
Интактные крысы	38,1 ± 4,1 (100 %)	121,0 ± 5,8 (100 %)	20,2 ± 1,5 (100 %)	6,2 ± 1,2 (100 %)	9,2 ± 1,6 (100 %)
Алкогольное поражение печени	25,4 ± 0,9 (67,0 %)*	215,1 ± 6,9 (177,8 %)*	32,1 ± 1,8 (158,6 %)*	15,4 ± 3,8 (248,4 %)*	14,0 ± 2,9 (152,5 %)*
«Гепсил-Рн» (7 сут)	39,1 ± 4,1 (102,6 %)	138,8 ± 11,5 (114,7 %)	23,6 ± 1,7 (116,9 %)	5,8 ± 0,9 (94,1 %)	6,7 ± 0,8 (104,7 %)
Отвар клитории тройчатой (7 сут)	34,9 ± 2,2 (91,6 %)	102,4 ± 6,8 (84,3 %)	21,9 ± 1,1 (108,4 %)	4,6 ± 1,0 (74,2 %)*	10,2 ± 1,6 (110,9 %)
«Гепсил-Рн» на фоне алкогольного поражения печени	37,0 ± 4,1 (97,1 %)* <sup>a</sup>	147,1 ± 2,6 (121,6 %)* <sup>a</sup>	24,5 ± 3,5 (121,3 %)* <sup>a</sup>	11,6 ± 1,2 (188,1 %)* <sup>a</sup>	6,8 ± 1,1 (106,3 %)* <sup>a</sup>
Отвар клитории тройчатой на фоне алкогольного поражения печени	26,5 ± 1,2 (69,6 %)	87,7 ± 5,6 (72,5 %)* <sup>a</sup>	29,7 ± 3,9 (146,5 %)* <sup>a</sup>	6,3 ± 1,2 (101,6 %)* <sup>a</sup>	10,8 ± 1,1 (109,1 %)* <sup>a</sup>

Пр и м е ч а н и е. Данные в таблице представлены в виде  $X \pm Sx$ . \*, \*<sup>a</sup>Результаты достоверны при  $p \leq 0,05$  ( $n = 5$  для каждой серии): достоверность эффектов этанола, препарата «Гепсил-Рн» и отвара клитории тройчатой оценивалась по отношению к показателям интактной серии (\*), а эффектов аптечного гепатопротектора и исследуемого отвара, вводимых крысам с экспериментальным поражением печени, – по отношению к показателям животных с данной патологией, не получавших изучаемый препарат (\*<sup>a</sup>).

Таблица 3

**Влияние отвара клитории тройчатой и препарата гепатопротекторного ряда «Гепсил-Рн» на показатели ПОЛ и активность каталазы в печени интактных крыс и животных с экспериментальной алкогольной интоксикацией**

Table 3

**The effect of *Clitoria ternatea* L. decoction and hepatoprotective drug «Hepsil-Rn» on the indicators of lipid peroxidation and catalase activity in liver of intact rats and animals with experimental alcohol intoxication**

Серия эксперимента	Содержание SH-групп, ммоль/л	Содержание ТБК-активных продуктов, мкмоль/л	Активность каталазы, миллимолей H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> на 1 мг белка в минуту
Интактные крысы	155,4 ± 5,7 (100 %)	0,45 ± 0,1 (100 %)	23,9 ± 0,9 (100 %)
Алкогольное поражение печени	91,2 ± 6,5 (58,7 %)*	0,68 ± 0,1 (151,1 %)*	33,2 ± 1,5 (138,9 %)*
«Гепсил-Рн» (7 сут)	143,8 ± 7,3 (92,5 %)	0,52 ± 0,1 (115,9 %)	13,9 ± 0,7 (116,5 %)

Окончание табл. 3  
Ending table 3

Серия эксперимента	Содержание SH-групп, ммоль/л	Содержание ТБК-активных продуктов, мкмоль/л	Активность каталазы, миллимолей H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> на 1 мг белка в минуту
Отвар клитории тройчатой (7 сут)	148,3 ± 3,5 (95,4 %)	0,48 ± 0,1 (107,1 %)	29,3 ± 1,7 (122,6 %)*
«Гепсил-Рн» на фоне алкогольного поражения печени	122,3 ± 4,4 (78,9 %)* <sup>a</sup>	0,53 ± 0,1 (118,2 %)* <sup>a</sup>	32,5 ± 2,3 (136,2 %)
Отвар клитории тройчатой на фоне алкогольного поражения печени	131,4 ± 5,1 (84,3 %)* <sup>a</sup>	0,57 ± 0,1 (126,7 %)* <sup>a</sup>	35,9 ± 0,9 (150,2 %)

Примечание. Данные в таблице представлены в виде  $X \pm Sx$ . \*, \*\*Результаты достоверны при  $p \leq 0,05$  ( $n = 5$  для каждой серии): достоверность эффектов этанола, аптечных гепатопротекторов и растительных отваров оценивалась по отношению к показателям интактной серии (\*), а эффектов коммерческих гепатопротекторов и растительных отваров, вводимых крысам с экспериментальным поражением печени, – по отношению к показателям животных с данной патологией, не получавших изучаемый препарат (\*<sup>a</sup>).

Анализ же показателей крыс с алкогольным поражением печени, ежедневно употреблявших отвар клитории, демонстрирует проявление им защитного действия. В частности, каждодневный его прием подопытными животными сопровождался снижением активности ЩФ на 105,3 %, АлАТ – на 12,1 %, уменьшением содержания свободного и связанного билирубина до значений, статистически неотличимых от уровня интактных крыс (см. табл. 2). С гепатопротекторным действием коррелировали и антиоксидантные свойства данного средства. Так, содержание ТБК-активных продуктов в печени крыс, употреблявших отвар клитории тройчатой, снизилось на 24 %, а содержание восстановленных SH-групп увеличилось на 25,6 % по сравнению с животными, не получавшими отвар, отмечалась тенденция к повышению активности каталазы (см. табл. 3). Способность препаратов клитории проявлять антиоксидантные свойства была зафиксирована прежде на экспериментальных моделях индуцированного ацетаминофеном поражения почек и парацетамол-индуцированного повреждения печени. Защитный эффект коррелировал также со снижением содержания малонового диальдегида, увеличением содержания восстановленного глутатиона, повышением активности глутатионпероксидазы и СОД [3]. Более того, водные экстракты цветков клитории демонстрировали антиоксидантную активность *in vitro*, предотвращая ПОЛ и окисление функциональных групп белков в эритроцитах [30]. По мнению большинства авторов, такую активность, проявляемую препаратами этого растения *in vivo* и *in vitro*, определяют флавоноиды, танины, кумарины и незаменимые жирные кислоты [4; 8].

Таким образом, способность клитории тройчатой подавлять интенсивность ПОЛ, описанная в литературе, была продемонстрирована нами и на модели хронического поражения печени алкоголем. Логичным продолжением данного исследования, на наш взгляд, явилось изучение отвара цветков клитории тройчатой на экспериментальной модели аллоксан-индуцированного сахарного диабета. Как известно, аллоксан вызывает гибель инсулин-продуцирующих  $\beta$ -клеток в островках поджелудочной железы *in vivo*, что связано с продуцированием во внеклеточной среде и непосредственно в  $\beta$ -клетках супероксид-анион-радикалов (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) [21].

Эффективность используемой модели определялась измерением концентрации глюкозы в сыворотке крови крыс. Кроме того, как свидетельствуют результаты табл. 4, развитие экспериментального сахарного диабета у крыс сопровождалось изменением величин важнейших маркеров углеводного обмена: повышением активности  $\alpha$ -амилазы на 53,8 % и увеличением содержания пирувата в цельной крови на 69,0 %.

Необходимо заметить, что в ряде работ показан достоверный антидиабетический эффект водных экстрактов листьев исследуемого растения и спиртовых экстрактов его корней и цветков [4; 30]. Так, установлено, что 84-дневное пероральное их введение крысам с аллоксан-индуцированным сахарным диабетом обеспечивает снижение концентрации глюкозы, гликозилированного гемоглобина, активности глюкозо-6-фосфатазы в сыворотке крови, но увеличивает запасы гликогена в печени и скелетной мускулатуре, повышает активность глюкокиназы и инсулина [30]. Кроме того, показано, что перечисленные препараты ингибируют процесс гликозилирования сывороточного альбумина в условиях гипергликемии, предотвращая тем самым возможность развития осложнений сахарного диабета [30].

В наших экспериментах употребление в течение 7 дней крысами с аллоксановым диабетом отвара цветков клитории тройчатой как альтернативы питьевой воде значительно улучшало анализируемые маркеры сыворотки крови (см. табл. 4). Так, концентрация глюкозы в данном случае снижалась в 4,3 раза, активность  $\alpha$ -амилазы – в 1,5 раза, содержание пирувата – на 25 % по сравнению с таковыми у животных,

страдающих диабетом, но не получавших препарат. Таким образом, отвар цветков клитории действительно способен значительно улучшать показатели углеводного обмена крыс с экспериментальным диабетом, что может быть обусловлено стимулированием им поглощения глюкозы клетками и активацией ее депонирования в форме гликогена, как это описано для экспериментальной модели сахарного диабета, индуцированного стрептозотоцином [4].

Таблица 4

**Влияние отваров клитории тройчатой и сбора «Садифит» на показатели углеводного обмена в сыворотке крови крыс с экспериментальным сахарным диабетом**

Table 4

**The effect of *Clitoria ternatea* L. and «Sadifit» decoctions on carbohydrate metabolism serum markers in rats with experimental diabetes mellitus**

Серия эксперимента	Содержание пирувата, мкг/мл	Активность $\alpha$ -амилазы, граммов крахмала на 1 л в час	Концентрация глюкозы, ммоль/л
Интактные крысы	8,4 ± 0,9 (100 %)	23,2 ± 1,1 (100 %)	6,5 ± 0,72 (100 %)
Экспериментальный сахарный диабет	14,2 ± 0,9 (169,0 %)*	35,7 ± 6,0 (153,8 %)*	32,8 ± 1,1 (507,1 %)*
Отвар клитории тройчатой	3,6 ± 2,1 (42,9 %)*	23,3 ± 1,4 (100,4 %)	5,5 ± 1,2 (84,6 %)*
Отвар клитории тройчатой на фоне экспериментального сахарного диабета	3,7 ± 0,31 (144,1 %)* <sup>a</sup>	23,7 ± 1,1 (102,2 %)* <sup>a</sup>	7,6 ± 1,5 (116,9 %)* <sup>a</sup>
Отвар сбора «Садифит»	10,7 ± 1,1 (126,9 %)*	22,2 ± 2,3 (95,8 %)	9,2 ± 0,9 (140,6 %)*
Отвар сбора «Садифит» на фоне экспериментального сахарного диабета	12,3 ± 0,6 (146,2 %)* <sup>a</sup>	32,4 ± 2,6 (139,5 %)	5,5 ± 0,6 (84,4 %)* <sup>a</sup>

Примечание. Данные в таблице представлены в виде  $X \pm Sx$ . \*, <sup>a</sup>Результаты достоверны при  $p \leq 0,05$  ( $n = 5$  для каждой серии): достоверность эффектов аллоксана и растительных отваров оценивалась по отношению к показателям интактной серии (\*), а эффектов растительных отваров, вводимых крысам с экспериментальным сахарным диабетом, – по отношению к показателям животных с данной патологией, не получавших отвар (\*<sup>a</sup>).

В качестве препарата сравнения на данном этапе мы использовали аптечный растительный сбор «Садифит», обладающий гипогликемизирующим действием при сахарном диабете, что, согласно инструкции, в ряде случаев позволяет снизить суточную дозу пероральных антидиабетических средств. Как следует из табл. 4, этот препарат существенно нормализует изучаемые параметры у крыс. Установлено, что в его присутствии концентрация глюкозы у животных, страдающих сахарным диабетом, снизилась в 6 раз, активность  $\alpha$ -амилазы – на 14,3 %, содержание пирувата – на 23,0 %. Таким образом, растительный сбор «Садифит» и отвар цветков клитории тройчатой оказывали выраженное нормализующее действие при использовании в модели сахарного диабета, вызванного введением аллоксана.

На заключительном этапе работы нами было проанализировано еще одно прежде не описанное свойство цветков клитории – способность корректировать изменения углеводного и липидного обмена у крыс с экспериментальной гиперфагией. Известно, что в последние десятилетия во всем мире наблюдается рост числа пациентов, страдающих ожирением, что можно объяснить увеличением в рационе высококалорийных и богатых жирами продуктов [31]. Одной из причин повышенного употребления калорийной пищи служит гиперфагия, причем немаловажную роль в формировании зависимости от еды играет ее разнообразие. Установлено, что предоставление лабораторным животным возможности выбирать продукты питания увеличивает суточную калорийность их рациона и сопровождается повышенной секрецией дофамина в головном мозге. Напротив, лишение животных сахара приводит к снижению синтеза дофамина и повышению синтеза ацетилхолина, что характерно для животных с синдромом отмены алкоголя, никотина и различных наркотических веществ. Таким образом, серьезные перестройки нейротрансмиттерной системы головного мозга, наблюдаемые при гиперфагии, ее широкое распространение и непосредственная связь с первичным алиментарным ожирением, риск развития сопутствующих заболеваний требуют детального изучения данной патологии и изыскания безопасных



и эффективных средств терапии [32]. Анализ доступной литературы позволил установить, что спиртовые экстракты корней и семян клитории снижают показатели общего холестерина, триацилглицеринов, липопротеинов низкой и очень низкой плотности, а также коэффициент атерогенности при алиментарном ожирении [33] с эффективностью, характерной для аторвастатина (50 мг/мл) и гемфиброзина (50 мг/кг). Предполагается, что компоненты клитории тройчатой способны увеличивать экскрецию холестерина с желчью и снижать абсорбцию холестерина пищи [33].

В нашей работе гиперфагия была вызвана нахождением животных на «ресторанной диете», подробное описание которой представлено в разделе «Материалы и методы исследования». Содержание животных на данной диете в течение 7 сут привело к заметным изменениям важнейших биохимических маркеров углеводного и липидного обмена. Так, концентрация глюкозы в крови возросла на 48,5 %, содержание пирувата увеличилось на 36,3 % к контролю, концентрация холестерина – на 58,1 %, триацилглицеринов – на 64,9 % (табл. 5). Ежедневный прием при несбалансированном питании отвара клитории тройчатой в течение 7 сут (среднее потребление 12–15 мл на 1 крысу) способствовал снижению нежелательного изменения анализируемых биохимических маркеров. Так, содержание пирувата в данной серии эксперимента снизилось на 66 % по сравнению с показателями крыс, употреблявших высококалорийную пищу, концентрация глюкозы уменьшилась до уровня, характерного для интактных животных, а концентрация холестерина оказалась ниже, чем у интактных крыс (см. табл. 5).

Таблица 5

**Влияние препарата клитории тройчатой на показатели углеводного и липидного обмена в сыворотке крови интактных крыс и животных с экспериментальной гиперфагией**

Table 5

**The effect of *Clitoria ternatea* L. preparation on the carbohydrate and lipid metabolism serum parameters in intact rats and animals with experimental hyperphagia**

Серия эксперимента	Показатели углеводного обмена		Показатели липидного обмена	
	Содержание пирувата, мкг/мл	Концентрация глюкозы, моль/л	Концентрация холестерина, ммоль/л	Концентрация триглицеринов, ммоль/л
Интактные крысы (контроль)	3,42 ± 0,29 (100 %)	3,82 ± 0,10 (100 %)	1,88 ± 0,17 (100 %)	14,44 ± 1,73 (100 %)
Экспериментальная гиперфагия	4,66 ± 0,81 (136,3 %)*	5,67 ± 0,13 (148,5 %)*	2,97 ± 0,05 (158,1 %)*	23,81 ± 1,36 (164,9 %)*
Отвар клитории тройчатой	2,68 ± 0,45 (78,3 %)	2,83 ± 0,14 (74,1 %)*	1,69 ± 0,07 (89,8 %)	12,20 ± 1,19 (84,5 %)
Отвар клитории тройчатой на фоне экспериментальной гиперфагии	4,05 ± 0,30 (118,5 %)* <sup>a</sup>	3,84 ± 0,04 (100,5 %)* <sup>a</sup>	1,60 ± 0,12 (85,1 %)* <sup>a</sup>	23,93 ± 1,14 (165,7 %)

Примечание. Данные в таблице представлены в виде  $X \pm Sx$ . \*, \*\*Результаты достоверны при  $p \leq 0,05$  ( $n = 5$  для каждой серии): достоверность изменения показателей крыс с гиперфагией и эффектов исследуемого препарата, вводимого интактным животным, оценивалась по отношению к показателям интактной серии (\*); достоверность эффектов отвара клитории тройчатой на маркеры углеводного и липидного обмена крыс с гиперфагией – по отношению к соответствующим показателям крыс с указанной патологией (\*<sup>a</sup>).

### Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что отвар клитории тройчатой способствует нормализации углеводного обмена крыс как при экспериментальном диабете, так и при индуцированной гиперфагии, оказывает антиоксидантное и гепатопротекторное влияние на животных с экспериментальным алкогольным поражением печени, превосходящее по ряду показателей действие классического гепатопротектора «Гепсил-Рн», обладает адаптогенным эффектом в условиях физической нагрузки, сопоставимым с таковым энергетического напитка «Burn». Указанные эффекты могут быть обусловлены наличием в составе данного растения флавоноидов, аскорбиновой кислоты и непредельных жирных кислот, проявляющих антиоксидантные свойства, а также дитерпенов, терпенов и гликозидов, способствующих, как известно, повышению проницаемости клеточных мембран для глюкозы.

## Библиографические ссылки

1. Gupta GK, Chahal J, Bhatia M. *Clitoria ternatea* (L.): old and new aspects. *Journal of Pharmacy Research* [Internet]. 2010 [cited 2019 September 15];3(11):2610–2614. Available from: <http://jrsolutions.info/files/final-file-55851d33acdcd1.19607307.pdf>.
2. Muhammad Ezzudin R, Rabeta MS. A potential of Telang tree (*Clitoria ternatea*) in human health. *Food Research* [Internet]. 2018 [cited 2019 September 15];2(5):415–420. Available from: [https://www.myfoodresearch.com/uploads/8/4/8/5/84855864/\\_2\\_fr-2018-073\\_ezzudin\\_1.pdf](https://www.myfoodresearch.com/uploads/8/4/8/5/84855864/_2_fr-2018-073_ezzudin_1.pdf). DOI: 10.26656/fr.2017.2(5).073.
3. Gollen B, Mehla J, Gupta P. *Clitoria ternatea* Linn: a herb with potential pharmacological activities: future prospects as therapeutic herbal medicine. *Journal of Pharmacological Reports* [Internet]. 2018 [cited 2019 September 15];3(1):141. Available from: <https://www.longdom.org/open-access/clitoria-ternatea-linn-a-herb-with-potential-pharmacological-activitiesfuture-prospects-as-therapeutic-herbal-medicine.pdf>.
4. Al-Snafi AE. Pharmacological importance of *Clitoria ternatea* – a review. *IOSR Journal of Pharmacy*. 2016;6(3):68–83.
5. Kumar V, Mukherjee K, Kumar S, Mal M, Mukherjee PK. Validation of HPTLC method for the analysis of taraxerol in *Clitoria ternatea*. *Phytochemical Analysis*. 2008;19(3):244–250. DOI: 10.1002/pca.1042.
6. Terahara N, Toki K, Saito N, Honda T, Matsui T, Osajima Y. Eight new anthocyanins, ternatins C1–C5 and D3 and preternatins A3 and C4 from young *Clitoria ternatea* flowers. *Journal of Natural Products*. 1998;61(11):1361–1367.
7. Thakur AV, Ambwani S, Ambwani TK, Ahmad AH, Rawat DS. Evaluation of phytochemicals in the leaf extract of *Clitoria ternatea* Willd. through GC-MS analysis. *Tropical Plant Research*. 2018;5(2):200–206. DOI: 10.22271/tpr.2018.v5.i2.025.
8. Joshi SS, Shrivastava RK, Shrivastava DK. Chemical examination of *Clitoria ternatea* seeds. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1981;58(6):714.
9. Булаев ВМ, Ших ЕВ, Сычев ДА. *Современная фитотерапия*. Москва: МЕДпресс-информ; 2011. 144 с.
10. Вайс РФ, Финтельманн Ф. *Фитотерапия: руководство*. Коршикова ЮИ, переводчик; Шретер АИ, редактор. Москва: Медицина; 2004. 552 с.
11. Самылина ИА, Сорокина АА. *Атлас лекарственных растений и сырья*. Москва: Авторская академия; 2008. 318 с.
12. Ковалева НГ. Лечение травами. *Очерки по фитотерапии*. Москва: Медицина; 1972. 356 с.
13. Bharathree RC, Ranjith P, Chandana AK, Jayakody JRAC, Daya RW. *In vitro* antirheumatoid arthritic activity of aqueous root extract of *Clitoria ternatea*. *International Research Journal of Pharmacy* [Internet]. 2014 [cited 2019 September 15];5(12):926–928. Available from: [https://irjponline.com/admin/php/uploads/2280\\_pdf.pdf](https://irjponline.com/admin/php/uploads/2280_pdf.pdf). DOI: 10.7897/2230-8407.0512188.
14. Nair V, Bang WY, Schreckinger E, Andarwulan N, Zevallos LC. Protective role of ternatin anthocyanins and quercetin glycosides from butterfly pea (*Clitoria ternatea* Leguminosae) blue flower petals against lipopolysaccharide (LPS)-induced inflammation in macrophage cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2015;63(28):6355–6365. DOI: 10.1021/acs.jafc.5b00928.
15. Ramaswamy V, Varghese N, Simon A. An investigation on cytotoxic and antioxidant properties of *Clitoria ternatea* L. *International Journal of Drug Discovery*. 2011;3(1):74–77.
16. Nadzirah J, Furzani P. Antimicrobial activity from leaf, flower, stem, and root of *Clitoria ternatea* – a review. *AIP Conference Proceedings*. 2018;2002(1):020044. DOI: 10.1063/1.5050140.
17. Mukherjee PK, Kumar V, Kumar NS, Heinrich M. The Ayurvedic medicine *Clitoria ternatea* – from traditional use to scientific assessment. *Journal of Ethnopharmacology*. 2008;120(3):291–301. DOI: 10.1016/j.jep.2008.09.009.
18. Машковский МД. *Лекарственные средства*. 16-е издание. Москва: Новая волна; 2012. 1216 с.
19. Колб ВГ, Камышников ВС. *Справочник по клинической химии*. 2-е издание. Минск: Беларусь; 1982. 366 с.
20. Северин СЕ, Соловьева ГА, редакторы. *Практикум по биохимии*. 2-е издание. Москва: Издательство Московского университета; 1989. 509 с.
21. Губич ОИ, составитель. *Медицинская биохимия. Практикум*. Минск: БГУ; 2014. 100 с.
22. Aebi H. Catalase *in vitro*. *Methods in Enzymology*. 1984;105:121–126. DOI: 10.1016/S0076-6879(84)05016-3.
23. Костюк ВА, Потапович АИ, Ковалева ЖВ. Простой и чувствительный метод определения активности супероксиддисмутазы, основанный на реакции окисления кверцетина. *Вопросы медицинской химии*. 1990;36(2):88–91.
24. Яременко КВ. Учение Н. В. Лазарева о СНПС и адаптогенах как базовая теория профилактической медицины. *Психофармакология и биологическая наркология* [Интернет]. 2005 [процитировано 15 сентября 2019 г.];5(4):1089–1092. Доступно по: <http://psychopharmacology.ru/index.php/PPBN/article/view/234/136>.
25. Губич ОИ, Пучкова КВ, Залеская НА, Крючкова НВ. Исследование адаптогенных свойств рододендрона Адамса (*Rhododendron adamsii* Rehder.) на экспериментальных моделях *in vivo*. *Журнал Белорусского государственного университета. Биология*. 2018;1:60–68.
26. Николаеня ЕВ, Губич ОИ. Влияние препарата железницы крымской (*Sideritis scandica*) на показатели углеводного обмена сыворотки крови крыс с экспериментальным сахарным диабетом. В: *Материалы VI Всеукраинской научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Біологічні дослідження – 2015»; 10–11 марта 2015 г.; Житомир, Украина*. Житомир: Рута; 2015. с. 414–415.
27. Walsh K, Alexander G. Alcoholic liver disease. *Postgraduate Medical Journal*. 2000;76(895):280–286. DOI: 10.1136/pmj.76.895.280.
28. Ковалев ГА, Петренко АЮ. Экспериментальная модель алкогольного поражения печени у самок крыс. *Вестник Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина. Серия: Медицина*. 2004;8:15–18.
29. Губич ОИ, Дашкова ЯЮ, Кривленя ИИ. Сравнительная оценка гепатопротекторных свойств растительных адаптогенов на экспериментальной модели хронического алкогольного поражения печени *in vivo*. *Журнал Белорусского государственного университета. Биология*. 2019;1:54–62.
30. Zingare ML, Zingare PL, Dubey AK, Ansari A. *Clitoria ternatea* (Aparajita): a review of the antioxidant, antidiabetic and hepatoprotective potentials. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences*. 2013;3(1):203–213.
31. Ялочкина ТО, Пигарова ЕА. Гиперфагия и ожирение. *Ожирение и метаболизм*. 2013;10(1):14–17. DOI: 10.14341/2071-8713-5065.
32. Berthoud H-R, Lenard NR, Shin AC. Food reward, hyperphagia, and obesity. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2011;300(6):R1266–R1277. DOI: 10.1152/ajpregu.00028.2011.
33. Solanki YB, Jain SM. Antihyperlipidemic activity of *Clitoria ternatea* and *Vigna mungo* in rats. *Pharmaceutical Biology*. 2010;48(8):915–923.

## References

- Gupta GK, Chahal J, Bhatia M. *Clitoria ternatea* (L.): old and new aspects. *Journal of Pharmacy Research* [Internet]. 2010 [cited 2019 September 15];3(11):2610–2614. Available from: <http://jpr.solutions.info/files/final-file-55851d33acdcd1.19607307.pdf>.
- Muhammad Ezzudin R, Rabeta MS. A potential of Telang tree (*Clitoria ternatea*) in human health. *Food Research* [Internet]. 2018 [cited 2019 September 15];2(5):415–420. Available from: [https://www.myfoodresearch.com/uploads/8/4/8/5/84855864/2\\_fr-2018-073\\_ezzudin\\_1.pdf](https://www.myfoodresearch.com/uploads/8/4/8/5/84855864/2_fr-2018-073_ezzudin_1.pdf). DOI: 10.26656/fr.2017.2(5).073.
- Göllen B, Mehla J, Gupta P. *Clitoria ternatea* Linn: a herb with potential pharmacological activities: future prospects as therapeutic herbal medicine. *Journal of Pharmacological Reports* [Internet]. 2018 [cited 2019 September 15];3(1):141. Available from: <https://www.longdom.org/open-access/clitoria-ternatea-linn-a-herb-with-potential-pharmacological-activitiesfuture-prospects-as-therapeutic-herbal-medicine.pdf>.
- Al-Snafi AE. Pharmacological importance of *Clitoria ternatea* – a review. *IOSR Journal of Pharmacy*. 2016;6(3):68–83.
- Kumar V, Mukherjee K, Kumar S, Mal M, Mukherjee PK. Validation of HPTLC method for the analysis of taraxerol in *Clitoria ternatea*. *Phytochemical Analysis*. 2008;19(3):244–250. DOI: 10.1002/pca.1042.
- Terahara N, Toki K, Saito N, Honda T, Matsui T, Osajima Y. Eight new anthocyanins, ternatins C1–C5 and D3 and preternatins A3 and C4 from young *Clitoria ternatea* flowers. *Journal of Natural Products*. 1998;61(11):1361–1367.
- Thakur AV, Ambwani S, Ambwani TK, Ahmad AH, Rawat DS. Evaluation of phytochemicals in the leaf extract of *Clitoria ternatea* Willd. through GC-MS analysis. *Tropical Plant Research*. 2018;5(2):200–206. DOI: 10.22271/tpr.2018.v5.i2.025.
- Joshi SS, Shrivastava RK, Shrivastava DK. Chemical examination of *Clitoria ternatea* seeds. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1981;58(6):714.
- Bulaev VM, Shikh EV, Sychev DA. *Sovremennaya fitoterapiya* [Modern phytotherapy]. Moscow: MEDpress-inform; 2011. 144 p. Russian.
- Weiss RF, Fintelmann V. *Lehrbuch der Phytotherapie*. Stuttgart: Hippokrates; 1999. 485 s.  
Russian edition: Weiss RF, Fintelmann V. *Fitoterapiya: rukovodstvo*. Korshikova YuI, translator; Shreter AI, editor. Moscow: Meditsina; 2004. 552 p.
- Samylina IA, Sorokina AA. *Atlas lekarstvennykh rastenii i syr'ya* [The atlas of medicinal plants and raw materials]. Moscow: Avtorskaya akademiya; 2008. 318 p. Russian.
- Kovaleva NG. *Lechenie travami. Ocherki po fitoterapii* [Herbal treatment. Essays on phytotherapy]. Moscow: Meditsina; 1972. 356 p. Russian.
- Bharathee RC, Ranjith P, Chandana AK, Jayakody JRAC, Daya RW. *In vitro* antirheumatoid arthritic activity of aqueous root extract of *Clitoria ternatea*. *International Research Journal of Pharmacy* [Internet]. 2014 [cited 2019 September 15];5(12):926–928. Available from: [https://irjponline.com/admin/php/uploads/2280\\_pdf.pdf](https://irjponline.com/admin/php/uploads/2280_pdf.pdf). DOI: 10.7897/2230-8407.0512188.
- Nair V, Bang WY, Schreckinger E, Andarwulan N, Zevallos LC. Protective role of ternatin anthocyanins and quercetin glycosides from butterfly pea (*Clitoria ternatea* Leguminosae) blue flower petals against lipopolysaccharide (LPS)-induced inflammation in macrophage cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2015;63(28):6355–6365. DOI: 10.1021/acs.jafc.5b00928.
- Ramaswamy V, Varghese N, Simon A. An investigation on cytotoxic and antioxidant properties of *Clitoria ternatea* L. *International Journal of Drug Discovery*. 2011;3(1):74–77.
- Nadzirah J, Furzani P. Antimicrobial activity from leaf, flower, stem, and root of *Clitoria ternatea* – a review. *AIP Conference Proceedings*. 2018;2002(1):020044. DOI: 10.1063/1.5050140.
- Mukherjee PK, Kumar V, Kumar NS, Heinrich M. The Ayurvedic medicine *Clitoria ternatea* – from traditional use to scientific assessment. *Journal of Ethnopharmacology*. 2008;120(3):291–301. DOI: 10.1016/j.jep.2008.09.009.
- Mashkovskii MD. *Lekarstvennye sredstva* [Medicines]. 16<sup>th</sup> edition. Moscow: Novaya volna; 2012. 1216 p. Russian.
- Kolb VG, Kamyshnikov VS. *Spravochnik po klinicheskoi khimii* [Handbook of clinical and biochemical diagnostics]. 2<sup>nd</sup> edition. Minsk: Belarus'; 1982. 366 p. Russian.
- Severin SE, Solov'eva GA, editors. *Praktikum po biokhimi* [Workshop on biochemistry]. 2<sup>nd</sup> edition. Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta; 1989. 509 p. Russian.
- Hubich AI, compiler. *Meditsinskaya biokhimiya. Praktikum* [Medical biochemistry. Workshop]. Minsk: Belarusian State University; 2014. 100 p. Russian.
- Aebi H. Catalase *in vitro*. *Methods in Enzymology*. 1984;105:121–126. DOI: 10.1016/S0076-6879(84)05016-3.
- Kostyuk VA, Potapovich AI, Kovaleva ZnV. A simple, sensitive assay for determination of superoxide dismutase activity based on reaction of quercetin oxidation. *Voprosy meditsinskoi khimii*. 1990;36(2):88–91. Russian.
- Jaremenko KV. The N. V. Lazarev's theory of State Unspecific Increased Resistance (SUIR) and adaptogens as a basis of preventive medicine. *Psychopharmacology & Biological Narcology* [Internet]. 2005 [cited 2019 September 15];5(4):1089–1092. Available from: <http://psychopharmacology.ru/index.php/PPBN/article/view/234/136>. Russian.
- Hubich AI, Puchkova KV, Zalesskaya NA, Kryuchkova NV. The investigation of the adaptogenic properties of *Rhododendron adamsii* Rehder. on experimental models *in vivo*. *Journal of the Belarusian State University. Biology*. 2018;1:60–68. Russian.
- Nikalanya AV, Hubich AI. [Influence of the preparation of *Sideritis scandica* on the parameters of carbohydrate metabolism of blood serum of rats with experimental diabetes mellitus]. In: *Materialy VI Vseukrainskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh i studentov «Biologichni doslidzhennya – 2015»; 10–11 marta 2015 g.; Zhitomir, Ukraina* [Proceedings of the VI All-Ukrainian scientific and practical conference of young scientists and students «Biological investigations – 2015»; 2015 March 10–11; Zhitomir, Ukraine]. Zhitomir: Ruta; 2015. p. 414–415. Russian.
- Walsh K, Alexander G. Alcoholic liver disease. *Postgraduate Medical Journal*. 2000;76(895):280–286. DOI: 10.1136/pmj.76.895.280.
- Kovalyov GA, Petrenko AYu. An experimental model of alcohol induced hepatic injury at female rats. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series: Medicine*. 2004;8:15–18. Russian.
- Hubich AI, Dashkova YaYu, Krivlenya IN. The comparative evaluation of plant adaptogenes' hepatoprotective properties on the experimental model of rat liver chronic alcohol damage *in vivo*. *Journal of the Belarusian State University. Biology*. 2019;1:54–62. Russian.

30. Zingare ML, Zingare PL, Dubey AK, Ansari A. *Clitoria ternatea* (Aparajita): a review of the antioxidant, antidiabetic and hepatoprotective potentials. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences*. 2013;3(1):203–213.
31. Yalochkina TO, Pigarova EA. Hyperphagia and obesity. *Obesity and metabolism*. 2013;10(1):14–17. Russian. DOI: 10.14341/2071-8713-5065.
32. Berthoud H-R, Lenard NR, Shin AC. Food reward, hyperphagia, and obesity. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2011;300(6):R1266–R1277. DOI: 10.1152/ajpregu.00028.2011.
33. Solanki YB, Jain SM. Antihyperlipidemic activity of *Clitoria ternatea* and *Vigna mungo* in rats. *Pharmaceutical Biology*. 2010;48(8):915–923.

Статья поступила в редколлегию 23.12.2019.  
Received by editorial board 23.12.2019.