

ОЦЕНКА ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ СУХОГО ЭКСТРАКТА ГРЕЧИХИ КРАСНОСТЕБЕЛЬНОЙ В МОДЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА КРЫСАХ

© Митишев А.В.¹, Курдюков Е.Е.¹, Макарецва М.Г.¹, Полякова Е.В.², Сарайкин Е.С.², Погодина В.С.¹¹ Пензенский государственный университет (ПГУ)

Россия, 440026, Пензенская область, г. Пенза, ул. Красная, д. 40

² Пензенский государственный аграрный университет (ПГАУ)

Россия, 440014, Пензенская область, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30

Цель – исследование противовоспалительной активности 10% мягкой лекарственной формы для местного применения гречихи красностебельной на модели формалинового отека задней лапы крыс.

Материалы и методы. Объектом исследования являлся сухой экстракт гречихи красностебельной. Подтверждение наличия флавоноидов в сухом экстракте проводили методом тонкослойной хроматографии. Количественное определение суммарного содержания флавоноидов в пересчете на рутин проводили методом дифференциальной спектрофотометрии. Исследование противовоспалительной активности экстракта гречихи красностебельной проводили на модели «острый формалиновый отек» у белых крыс линии Вистар.

Результаты. По результатам исследования доказано, что сухой экстракт содержит флавоноиды (рутин, кверцетин, изокверцетин), суммарное содержание составило 8,03%. При местном нанесении экстракта гречихи в виде 10% геля на пораженный участок в течение 3 дней после моделирования формалинового отека задней лапы крысы оказывал выраженное уменьшение воспалительного отека на 70,37% ($p < 0,05$), сопоставимое с эффектом геля 5% диклофенака натрия 74,07% ($p < 0,05$), и превосходит эффект геля димексида более чем на 30% ($p < 0,05$).

Заключение. Полученные в результате проведенных экспериментов данные свидетельствуют о перспективности дальнейшей разработки лекарственных форм с экстрактом гречихи красностебельной.

Ключевые слова: гречиха красностебельная; растительный экстракт; флавоноиды; противовоспалительное действие; формалиновый отек; крысы.

Митишев Александр Владимирович – ст. преподаватель кафедры общей и клинической фармакологии, ПГУ, г. Пенза. ORCID iD: 0000-0002-3327-9744. E-mail: smitishev@mail.ru (автор, ответственный за переписку)

Курдюков Евгений Евгеньевич – канд. фарм. наук, доцент кафедры общей и клинической фармакологии, ПГУ, г. Пенза. ORCID iD: 0000-0001-9512-6770. E-mail: e.e.kurdyukov@mail.ru.

Макарецва Марина Геннадьевна – студент, ПГУ, г. Пенза. ORCID iD: 0009-0002-9604-4296, E-mail: makartsevamm@mail.ru.

Полякова Елена Валерьевна – канд. биол. наук, доцент, зав. кафедрой биология, биологические технологии и ветеринарно-санитарная экспертиза, ПГАУ, г. Пенза. ORCID iD: 0009-0002-9604-4296. E-mail: bio_vetsan@pgau.ru.

Сарайкин Егор Сергеевич – ассистент кафедры биология, биологические технологии и ветеринарно-санитарная экспертиза, ПГАУ, г. Пенза. E-mail: saraikin.e.s@pgau.ru

Погодина Валерия Сергеевна – студент, ПГУ, г. Пенза. ORCID iD: 0009-0002-2504-3130. E-mail: lerapogodina75@gmail.com

В настоящее время во всем мире растет социальная значимость воспалительных заболеваний. В связи с этим увеличивается необходимость разработки и исследования новых противовоспалительных средств. Сложность разработки эффективных и в то же время безопасных средств для лечения воспаления заключается в том, что воспаление – это патологический, достаточно динамичный, комплексный процесс с множеством альтернативных и перекрещивающихся путей, существующих как на уровне внутриклеточных взаимодействий сигнальных каскадов, так и на уровне регуляции продукции медиаторов воспаления [1, 2]. Поэтому блокада только одного пути патогенеза воспалительного процесса либо не сопровождается достаточным фармакологическим ответом, либо вызывает ряд побочных эффектов [3, 4]. В связи с этим исследование и разработка препаратов на основе растительного сырья является перспективным. Растительные экстракты, настои, отвары широко используются в традиционной медицине многих

стран мира для лечения воспалительных заболеваний [5].

Гречиха красностебельная (*Fagopyrum rubricaulis*, сем. *Polygonaceae*) – однолетнее растение, широко культивируемое на территории Российской Федерации. Сорт гречихи красностебельной отличается высоким содержанием рутина. В наземной части также содержатся кверцетин, изокверцетин, ориентин, витексин, изоориентин, изовитексин, обнаружены хлорогеновая, кофейная кислоты, катехины и конденсированные дубильные вещества [6]. Согласно данным литературы, сырье гречихи красностебельной обладает антиоксидантными, кардиопротекторными, гипогликемическими эффектами [7]. Однако содержащиеся классы биологически активных соединений могут обладать и другими фармакологическими эффектами: противовоспалительными, анальгетическими и противомикробными.

Цель работы – исследование противовоспалительной активности 10% мягкой лекарственной формы для местного применения гречихи красностебельной на модели формалинового отека задней лапы крыс.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для получения сухого экстракта было использовано сырье гречихи красностебельной, собранное на производственных полях компании ООО «Парафарм» в Камешкирском районе Пензенской области в период массового цветения и начала плодоношения (3-5 августа 2024 г). Извлечение из сырья гречихи было получено с использованием спирта этилового 40% методом мацерации, при соотношении сырья-экстрагент 1:25, температуре 90°C и продолжительности 30 мин. Упаривание жидкого экстракта проводили на ротационном испарителе ИКА RV 10 digital V (ИКА, Германия). Подтверждение наличия флавоноидов в экстракте осуществляли методом тонкослойной хроматографии на пластинках марки «Sorbifil» ПТСХ-АФ-А-УФ. В качестве СО использовали растворы СО рутина (98,5%, ООО «Геофарма»), кверцетина (98,5%, ООО «Геофарма»), витексин (98%, 49513, Sigma-Aldrich), изовитексин (98%, 17804, Sigma-Aldrich), ориентин (97%, O9765, Sigma-Aldrich), изоориентин (95%, I1536, Sigma-Aldrich). Элюирование проводили в системе н-бутанол (ч.д.а., 99,70%, Нева Реактив) – ледяная уксусная кислота (х.ч., 99,8%, Компонент-Реактив) – вода (4:1:2), после полного высушивания первоначальную детекцию осуществляли в видимом свете; далее при облучении УФ-светом с длинами волн $\lambda=254$ и $\lambda=365$ нм в флуоресцентном аналитическом кабинете УФС-254/365 («Петролазер»). В последующем пластинки обрабатывали спиртовым раствором алюминия хлорида (ч., 98,50%, ACROS) 3%. Количественное определение суммарного содержания флавоноидов в пересчете на рутин проводили методом дифференциальной спектрофотометрии [8]. К 0,5 мл водно-спиртового раствора экстракта прибавляли 2 мл раствора алюминия хлорида 3% и несколько капель уксусной кислоты разведенной 30%. В качестве раствора сравнения использовали раствор, приготовленный при тех же условиях, но в отсутствие алюминия хлорида. Оптическую плотность определяли на спектрофотометре СФ-102 (ЗАО «НПКФ Аквилон», Россия). Суммарное содержание флавоноидов в пересчете на рутин (X, %) вычисляли по формуле (1):

$$X = \frac{A \cdot m_0 \cdot P \cdot 100 \cdot 25 \cdot 1 \cdot 50 \cdot 100}{A_0 \cdot m \cdot 0,5 \cdot 25 \cdot 25 \cdot (100 - W) \cdot 100}, \quad (1)$$

где А – оптическая плотность испытуемого раствора; А₀ – оптическая плотность раствора СО рутина; m₀ – масса СО рутина, г; m – масса экстракта, г; W – потеря в массе при высушивании, %; P – содержание основного вещества в СО рутина, %.

Лабораторный образец (10,0) мягкой лекарственной формы имел следующий состав, действующее вещество: сухой экстракт гречихи – 1,0; вспомогательные вещества: натрий карбоксиметилцеллюлоза (I.r., ACROS, EC); натрий метилпарабен (ACROS, EC); натрий пропилпарабен (ACROS, EC), вода очищенная.

Исследование противовоспалительной активности экстракта гречихи красностебельной проводили на модели «острый формалиновый отек» у крыс. Эксперименты выполнены на 30 белых нелинейных крысах обоего пола в возрасте 14-15 недель, самцы массой 240-280 г., самки 190-220. Подопытных животных содержали в условиях вивария (с естественным режимом освещения; при температуре 22-24; относительной влажности воздуха 50-60%) с использованием стандартной диеты при неограниченном доступе к питьевой воде. Перед постановкой эксперимента животные проходили карантин в течение 10-14 дней. Эксперименты проводили во временном интервале с 8.00 до 16.00.

Подопытные животные были разделены на 5 групп (по 3 самца и 3 самки в каждой): 1-я группа – интактные крысы; 2-я группа – крысы с формалин-индуцированным отеком лапы, которым в качестве плацебо наносят на пораженную лапу формообразующее вещество (натрий карбоксиметилцеллюлоза, натрий метилпарабен, натрий пропилпарабен, вода очищенная), используемое для приготовления образцов исследуемых субстанций (контроль); 3-я группа – крысы с формалин-индуцированным отеком, которым наносили на пораженную лапу лекарственную форму, содержащую исследуемую субстанцию (первая опытная); 4-я группа – крысы с формалин-индуцированным отеком, которым в качестве препарата сравнения наносили на пораженную лапу гель диклофенака 5% (вторая опытная) (Диклоген, AGIO, Индия, срок годности 08/2026, серия E23315); 5-я группа – крысы с формалин-индуцированным отеком, которым в качестве препарата сравнения наносили на пораженную лапу гель димексида 25% (третья опытная) (Димексид гель, ООО «Фармамед», Россия, срок годности 06/2027, серия 760724).

Острый воспалительный отек индуцировали субплантарным введением (под подошвенный апоневроз) в заднюю правую лапу 0,1 мл 2% водного раствора формалина (АО «Ретиноиды»). Субплантарная инъекция 2% раствора формали-

на вызывала развитие пролиферативного воспаления лапы крысы, которое развивалось в результате повреждения клеток, что провоцировало выделение эндогенных медиаторов (гистамина, серотонина, простагландинов, брадикинина) [9].

Объем конечности оценивали до индуцирования и через 1, 2, 4, 6, а также в динамике через 24, 48 часов после введения раствора формалина.

Исследуемую субстанцию и препараты сравнения наносили на лапу, слегка втирая, под пластырь с марлей за 1 час до индукции воспаления и 6 часов после индуцирования отека. Нанесение препарата со 2 дня проводили 1 раз в день.

Противовоспалительную активность исследуемых соединений выражали в процентах угнетения отека.

Величину воспалительного отека рассчитывали по формуле:

$$BO = \left(\frac{Vo - Vi}{Vi} \right) * 100\%, \quad (1)$$

где: *BO* – величина отека, *Vo* – объем воспаленной лапы, *Vi* – объем лапы интактных крыс.

Угнетение воспаления (*УВ*, %) рассчитывали по формуле:

$$УВ = \left(\frac{BO_k - BO_o}{BO_k} \right) * 100\%, \quad (2)$$

где: *УВ* – угнетение воспаления, *BO_к* – величина отека контрольной группы, *BO_о* – величина отека опытных групп.

Статистическая обработка результатов исследования проведена в соответствии с ОФС.1.1.0014 «Статистическая обработка результатов определения специфической фармакологической активности лекарственных средств биологическими методами» Государственной Фармакопеи РФ XV издания [10] с использованием компьютерных программ Microsoft Office Excel 2019.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенной тонкослойной хроматографии выделены шесть зон (рис. 1), которые имели окраску от светло-желтого до желто-коричневого цвета. Обработка пластины раствором алюминия хлорида 3% повышает селективность проявления флавоноидов при рассмотрении в УФ свете с $\lambda=365$ нм (желтая флуоресценция). Сравнение факторов замедления (*R_f*) зон флавоноидов на хроматограммах исследуемого и стандартных образцов позволило сделать вывод о наличии в экстракте рутина, кверцетина, витексина, изовитексина, ориентина и изоориентина. Учитывая размер пятен на хроматограмме, можно сделать вывод о преимущественном содержании рутина и кверцетина в экстрактах.

Суммарное содержание флавоноидов в пересчете на рутин в сухом экстракте составило 8,03%.

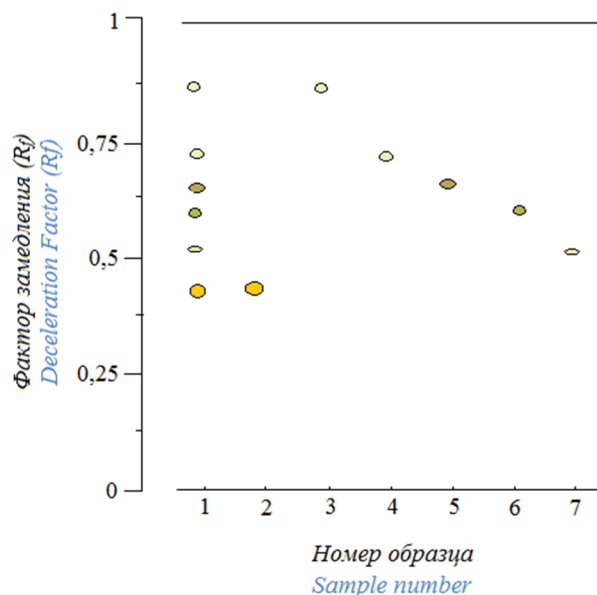


Рис. 1. Результаты анализа методом тонкослойной хроматографии экстракта гречихи сухого: 1 – спиртовой раствор экстракта гречихи; растворы стандартных образцов: 2 – рутина 0,05%, 3 – кверцетина 0,05%, 4 – витексина 0,03%, 5 – изовитексина 0,03%, 6 – ориентина 0,03%, 7 – изоориентина 0,03%.

Fig. 1. Results of TLC analysis of alcohol extraction from red-stem buckwheat grass: 1 – alcohol extraction from red-stem buckwheat grass; 2 – CO rutin 0.05% solution, 3 – CO quercetin 0.05% solution, 4 – CO vitexin 0.03% solution, 5 – CO isovitexin 0.03% solution, 6 – CO solution orientin 0.03%, 7 – solution with isoorientin 0.03%.

В результате проведения эксперимента было установлено, что субплантарное введение 0,1 мл 2% водного раствора формалина вызывает выраженный отек лап крыс, о чем свидетельствует достоверное увеличение объема конечностей контрольной группы и опытных групп, тогда как размер конечности интактной группы не изменялся на протяжении всего эксперимента (рис. 2).

По данным табл. 1, максимальный прирост воспаления наблюдали через 2 часа после введения формалина и он составлял $98,75 \pm 2,1\%$.

Снижение величины воспалительного отека при использовании исследуемого фитопрепарата начинает проявляться через 1 час после введения формалина и составляет 27,5% ($p < 0,05$), на 2 сутки – 47,5% ($p < 0,05$) по сравнению с контрольной группой. Эффект геля гречихи значительно не отличался от эффекта геля диклофенака, который снижал величину отека на 20,0% и 50% ($p < 0,05$) соответственно. Спустя 72 часа после начала эксперимента объем задней правой лапы животных в группах с использованием экстракта гречихи и диклофенака достоверно ($p < 0,05$) не отличался от интактной (рис. 3).



Рис. 2. Отечность задней правой лапы крысы спустя 2 часа после субплантарного введения раствора формалина. А – интактная группа, Б – контрольная группа, В – первая опытная группа, Г – вторая опытная группа, Д – третья опытная группа.

Fig. 2. Swelling of the hind right paw of a rat 2 hours after subplantar injection of formalin solution. А – an intact group, Б – a control group, В – the first experimental group, Г – the second experimental group, Д – the third experimental group.

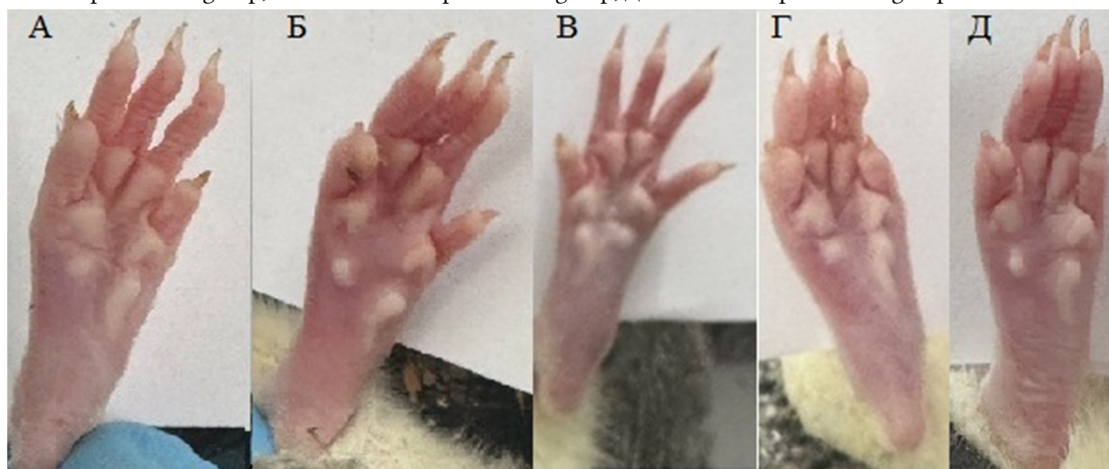


Рис. 3. Отечность задней правой лапы крысы спустя 72 часа после субплантарного введения раствора формалина. А – интактная группа, Б – контрольная группа, В – первая опытная группа, Г – вторая опытная группа, Д – третья опытная группа.

Fig. 3. Swelling of the hind right paw of a rat 72 hours after subplantar injection of formalin solution. А – an intact group, Б – a control group, В – the first experimental group, Г – the second experimental group, Д – the third experimental group.

Таблица 1

Table 1

Влияние 10% геля экстракта гречихи на величину отека лапы крыс в сравнении с 5% гелем диклофенака и 25% гелем димексида

Effect of 10% buckwheat extract gel on the magnitude of rat paw edema compared with 5% diclofenac gel and 25% dimexide gel

Группа, количество животных Group, number of animals	Изменение величины отека правой задней лапы крыс (%) относительно интактных животных после введения формалина через: Change in the amount of edema of the right hind paw of rats (%) relative to intact animals after the introduction of formalin in:				
	1 ч. 1 h	2 ч. 2 h	4 ч. 4 h	24 ч. 24 h	48 ч. 48 h
Интактные животные, n=6 Intact animals, n=6	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Контроль, формалин, n=6 Control, formalin	82.50±2.10	98.75±1.98	98.50±2.87	87.50±1.23	67.50±2.47
Формалин + Гречиха 10% гель, n=6 Formalin + Buckwheat 10% gel, n=6	55.00±1.41*	81.50±2.08#	72.50±1.74*	39.47±0.89*	20.00±1.64*
Формалин + Диклофенак 5% гель, n=6 Formalin + Diclofenac 5% gel, n=6	62.50±3.01*	75.00±1.56*	65.00±2.04*	37.50±1.96*	17.50±1.47*
Формалин + Димексид 25% гель, n=6 Formalin + Dimexide 25% gel, n=6	63.15±0.95*	86.00±1.33#	86.00±3.00#	50.00±2.35*	40.70±1.78*

Примечание: * p<0,05 различия с группой активного контроля, # p<0,1 различия с группой активного контроля.

Note: * p<0,05 differences with the active control group, # p<0,1 differences with the active control group.

Экспериментальные данные, полученные на модели формалинового отека лапы, демонстрируют угнетение воспаления во всех опытных группах через 1 час после субплантарного введения формалина. Однако в первой и третьей опытной группе, спустя 2 часа от начала эксперимента процент угнетения снизился в 2 раза. Во второй опытной группе статистически значимого различия через 1 и 2 часа не наблюдалось. Через 4 часа после введения формалина во второй и третьей опытной группе наблюдалось повышение процента угнетения воспаления на 8,93% (p<0,05) и 9,96% (p<0,05) соответственно.

Гели гречихи и диклофенака значимо угнетали воспаление через 48 часов после введения формалина, на 70,37% (p<0,05) и 74,07% (p<0,05). В свою очередь, в третьей опытной группе процент угнетения воспаления на протяжении всего эксперимента не превышал 42,86.

Результаты формалинового теста показали, что мягкая лекарственная форма с экстрактом гречихи обладает выраженным противовоспалительным действием. Согласно данным научных работ [11], существуют несколько механизмов противовоспалительного эффекта флавоноидов. Основным механизмом является ингибирование ферментов, включая фосфолипазу A2, циклооксигеназы (ЦОГ) и липоксигеназу (ЛОГ),

что приводит к снижению концентрации простогландинов и лейкотриенов [12]. Другие механизмы включают ингибирование высвобождения оксида азота (NO), гистамина, фосфодиэстераз, протеинкиназ и активацию транскриптаз. Обобщая экспериментальные данные различных исследований, Н.Р. Kim с соавторами констатирует ЦОГ-ингибиторную активность флавононов и преимущественное ингибирование флавонолами активности ЛОГ [13]. По данным авторов [14], флавоны демонстрируют более высокую ингибирующую активность в отношении ЦОГ-2, чем флавонолы, в том числе кверцетин.

Учитывая вышеизложенное, можно предположить, что механизм противовоспалительного эффекта экстракта гречихи связан с угнетением активности ферментов ЦОГ и ЛОГ.

Таким образом, противовоспалительное действие экстракта гречихи красностебельной и лекарственных форм на его основе связано с воздействием на различные звенья воспалительной реакции в основном за счет ингибирования медиаторов воспаления.

Полученные в результате проведенных экспериментов данные свидетельствуют о перспективности дальнейшей разработки лекарственных форм с экстрактом гречихи красностебельной.

СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

Организацию и проведение работы осуществляли в соответствии с международными и российскими нормативно-правовыми документами: Приказом Минздрава РФ № 199н от 1 апреля 2016 г. «Об утверждении правил надлежащей лабораторной практики» и Директивой 2010/63/EU Европейского Парламента и Совета Европейского Союза от 22 сентября 2010 г. по охране животных, используемых в научных целях.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

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

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Митишев А.В. – планирование исследования, сбор данных, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка черновика рукописи; Курдюков Е.Е. – разработка концепции и дизайна исследования, окончательное утверждение для публикации рукописи; Макарецва М.Г. – анализ и интерпретация данных, написание текста статьи; Полякова Е.В. – интерпретация полученных данных, подготовка черновика рукописи; Сарайкин Е.С. интерпретация полученных данных, подготовка черновика рукописи; Погодина В.С. – анализ литературы.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают признательность Елистратову Д.Г. за предоставленное растительное сырье гречихи для исследования.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Матюшкин А.И., Иванова Е.А., Золотов Н.Н., Воронина Т.А. Противовоспалительные свойства гимантана в лекарственной форме для наружного применения на моделях каррагенанового и декстрансульфатного отеков у крыс. *Экспериментальная и клиническая фармакология*. 2020;83(5):29-32 [Matyushkin A.I., Ivanova E.A., Zolotov N.N., Voronina T.A. Anti-inflammatory properties of himantane in dosage form for external use in models of carrageenan and dextran sulfate edema in rats. *Experimental and clinical pharmacology*. 2020;83(5):29-32 (in Russ.)]. DOI: 10.30906/0869-2092-2020-83-5-29-32. EDN: PAQYUV.
2. Ati V., Zahra R., Pristika A., Hevatio D., Widodo A., Kinanti L., Munawir A., Widayarsi A. Systematic review: potensi anti-inflamasi pada tanaman petai (*Parkia speciosa*). *Mandala of Health*. 2024;17:150. DOI: 10.20884/1.mandala.2024.17.2.12209.
3. Mikailu S., Emmanuel N. Evaluation of Anti-inflammatory Activity of Herbal Extracts of Fallen Leaves of *Carica papaya* L. (*Caricaceae*) and Juice of *Citrus aurantifolia* christm. (*Rutaceae*). *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*. 2025;37: 82-95. DOI: 10.9734/jammr/2025/v37i15699.
4. Gupta M., Singh N., Gulati M., Gupta R., Sudhakar K., Kapoor B. Herbal bioactives in treatment of inflammation: An overview. *South African Journal of Botany*. 2021;143:205-225. DOI: 10.1016/j.sajb.2021.07.027.
5. Jae-Won L., Eun-Nam K., Gil-Saeng J., Anti-Inflammatory Herbal Extracts and Their Drug Discovery Perspective in Atopic Dermatitis *Biomolecules & Therapeutics*. 2024;32:25-37. DOI: 10.4062/biomolther.2023.102.
6. Феднина А.С., Макарецва М.Г., Курдюков Е.Е., Моисеева И.Я., Елистратов Д.Г., Митишев А.В. Современное состояние исследований химического состава некоторых представителей рода *Fagopyrum*. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2023;26(9):27-32 [Fednina A.S., Makartseva M.G., Kurdyukov E.E., Moiseyeva I.Ya., Elistratov D.G., Mitishev A.V. The current state of research on the chemical composition of some representatives of the genus *Fagopyrum*. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*. 2023;26(9):27-32 (in Russ.)]. DOI: 10.29296/25877313-2023-09-04. EDN: HSRBON.
7. Митишев А.В., Феднина А.С., Курдюков Е.Е., Уланова М.И. Некоторые представители рода *Fagopyrum*: химический состав, фармакологические эффекты, перспективы использования. *Химия растительного сырья*. 2024;(1):31-56 [Mitishev A.V., Fednina A.S., Kurdyukov E.E., Ulanova M.I. Some representatives of the genus *Fagopyrum*: chemical composition, Pharmacological effects, prospects of use. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*. 2024;(1):31-56 (in Russ.)]. DOI: 10.14258/jcprm.20240112933. EDN: ITPHKF.
8. Митишев А.В., Феднина А.С., Родина О.П., Елистратов Д.Г., Макарецва М.Г., Курдюков Е.Е. Разработка методики количественного определения флавоноидов в траве гречихи красностебельной (*Fagopyrum rubricaulis*). *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2024;23(4):205-211 [Mitishev A.V., Fednina A.S., Rodina O.P., Elistratov D.G., Makarceva M.G., Kurdyukov E.E. Development of a technique for the quantitative determination of flavonoids in the herb of red-stem buckwheat (*Fagopyrum rubricaulis*). *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. 2024;23(4):205-211 (in Russ.)]. DOI: 10.37903/vsgma.2024.4.25. EDN: UMWAOS.
9. Передерий Е.А., Юнусова И.А. Экспериментальное изучение противовоспалительных свойств модельных смесей густого экстракта шалфея лекарственного. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2018;17(3):26-30 [Perederij E.A., Yunusova I.A. Experimental study of the anti-inflammatory properties of model mixtures of thick sage extract. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii*. 2018;17(3):26-30 (in Russ.)]. EDN: YBJMZV.
10. Государственная фармакопея РФ, XV изд., МЗ РФ, Москва (2023). [The State Pharmacopoeia of the Russian Federation, XV ed., Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow (2023). (in Russ.)] URL: https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/?PAGEN_1=5
11. Maghfiroh K., Widarti S., Batoro J. Ethnopharmacological study of flavonoid compounds in *Magnolia champaca* (L.) Baill. ex Pierre as anti-inflammatory

- agents by molecular docking. *Journal of Pharmacy and Pharmacognosy Research*. 2021;9:584-597.
12. Yang L., He J., Anti-inflammatory effects of flavonoids and phenylethanoid glycosides from *Hosta plantaginea* flowers in LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages through inhibition of the NF- κ B signaling pathway. *BMC Complement Medicine and Therapies*. 2022;22:55. DOI:10.1186/s12906-022-03540-1
13. Азарова О.В., Галактионова Л.П. Флавоноиды: механизм противовоспалительного действия. *Химия растительного сырья*. 2012;(4):61-78 [Azarova O.V., Galaktionova L.P. Flavonoids: mechanism of anti-inflammatory action. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*. 2012;(4):61-78 (in Russ.)]. EDN: PWEASP.
14. Ahsana D., Andika A., Nashihah S. Molecular docking study of flavonoid compounds in the guava leaves (*Psidium Guajava* L.) which has potential as anti-inflammatory COX-2 inhibitors. *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*. 2021;(2):67-79. DOI: 10.31764/lf.v2i2.5487.
15. He J.-W., Yang L., Mu Z.-Q., Zhu Y.-Y., Zhong G.-Y., Liu Z.-Y., Zhou Q.-G., Cheng F.. Anti-inflammatory and antioxidant activities of flavonoids from the flowers of *Hosta plantaginea*. *RSC Advances*, 2018;8:18175-18179.

Поступила в редакцию 10.06.2025

Подписана в печать 25.12.2025

Для цитирования: Митишев А.В., Курдюков Е.Е., Макарецца М.Г., Полякова Е.В., Сарайкин Е.С., Погодина В.С. Оценка противовоспалительного действия сухого экстракта гречиши красностебельной в модельном эксперименте на крысах. *Человек и его здоровье*. 2025;28(4):151–158. DOI: 10.21626/vestnik/2025-4/17. EDN: OCSFYJ.

EVALUATION OF THE ANTI-INFLAMMATORY EFFECT OF DRY RED-STEM BUCKWHEAT EXTRACT IN A MODEL EXPERIMENT ON RATS

© Mitishev A.V.¹, Kurdyukov E.E.¹, Makartseva M.G.¹, Polyakova E.V.², Saraikin E.S.², Pogodina V.S.¹

¹ Penza State University (PSU)

40, Krasnaya Str., Penza, Penza region, 440026, Russian Federation

² Penza State Agrarian University (PSAU)

30, botanicheskaya Str., Penza, Penza region, 440014, Russian Federation

Objective – study the anti-inflammatory activity of a 10% mild dosage form for topical application of red-stem buckwheat on a model of formalin edema of the hind paw of rats.

Materials and methods. The object of the study was a dry extract of red-stem buckwheat. Confirmation of the presence of flavonoids in the dry extract was carried out by thin-layer chromatography. Quantitative determination of the total content of flavonoids, in terms of rutin, was carried out by differential spectrophotometry. The anti-inflammatory activity of red-stem buckwheat extract was studied using the "acute formalin edema" model in white Wistar rats.

Results. According to the results of the study, it was proved that the dry extract contains flavonoids (rutin, quercetin, isoquercetin), the total content was 8.03%. When buckwheat extract was applied topically as a 10% gel to the affected area for 3 days after modeling formalin edema of the rat's hind paw, it had a pronounced decrease in inflammatory edema by 70.37% ($p < 0.05$), comparable to the effect of 5% diclofenac sodium gel 74.07% ($p < 0.05$) and surpasses the effect of dimexide gel by more than 30% ($p < 0.05$).

Conclusion. The data obtained as a result of the experiments indicate the prospects for further development of dosage forms with red-stem buckwheat extract.

Keywords: red-stem buckwheat; vegetable extract; flavonoids; anti-inflammatory effect; formalin edema; rats.

Mitishev Alexander V. – senior lecturer at the Department of General and Clinical Pharmacology, PSU, Penza, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-3327-9744. E-mail: smitishev@mail.ru

Kurdyukov Evgeny E. – Cand.Sci. (Pharm.), Associate Professor of the Department of Community and Clinical Pharmacology, PSU, Penza, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-9512-6770. E-mail: e.e.kurdyukov@mail.ru .

Makartseva Marina G. – Student, PSU, Penza, Russian Federation. ORCID iD: 0009-0002-9604-4296. E-mail: makartsevamm@mail.ru

Polyakova Elena V. – Cand.Sci. (Biol.), Associate Professor, Head of the Department of Biology, Biological Technologies and Veterinary and Sanitary Externalization, PSAU, Penza, Russian Federation. ORCID iD: 0009-0002-9604-4296. E-mail: bio_vetsan@pgau.ru .

Saraikin Egor S. – Assistant of the Department of Biology, Biological Technologies and Veterinary and Sanitary Examination, PSAU, Penza, Russian Federation. E-mail: saraikin.e.s@pgau.ru

Pogodina Valeria S. – Student, PSU, Penza, Russian Federation. ORCID iD: 0009-0002-2504-3130. E-mail: lerapogodina75@gmail.com

COMPLIANCE WITH PRINCIPLES OF ETHICS

The organization and conduct of the work was carried out in accordance with international and Russian regulatory documents: Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 199n dated April 1, 2016 "On Approval of the rules of good Laboratory practice" and Directive 2010/63/EU of the European Parliament and the Council of the European Union dated September 22, 2010. for the protection of animals used for scientific purposes.

CONFLICT OF INTEREST

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

SOURCE OF FINANCING

The authors declare no funding support.

AUTHORS CONTRIBUTION

Mitishev A.V. – research planning, data collection, analysis and interpretation of the data obtained, preparation of the draft manuscript; Kurdyukov E.E. – development of the concept and design of the study, final approval for publication of the manuscript; Makartseva M.G. – data analysis and interpretation, writing the text of the article; Polyakova E.V. – interpretation of the data obtained, preparation of the draft manuscript; Saraikin E.S. – interpretation of the data obtained, preparation of a draft of the manuscript; Pogodina V.S. – literature analysis.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors express their gratitude to D.G. Yelistratov for providing vegetable raw materials of buckwheat for the study.

Received 10.06.2025

Accepted 25.12.2025

For citation: Mitishev A.V., Kurdyukov E.E., Makartseva M.G., Polyakova E.V., Saraikin E.S., Pogodina V.S. Evaluation of the anti-inflammatory effect of dry red-stem buckwheat extract in a model experiment on rats. *Humans and their health*. 2025;28(4):151–158. DOI: 10.21626/vestnik/2025-4/17. EDN: OCSFYJ.