

УДК 615.19.071

<https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-3-35>

Влияние извлечений из касатика молочного-белого и сельдерея пахучего на композиционный состав тела и уровень глюкозы лептинрезистентных мышей

В. Е. Ковансков¹✉, Е. М. Вагина¹, Е. С. Сурбеева¹, В. Г. Лужанин², Д. Ю. Ивкин¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России). 197022, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 14, литера А

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермская государственная фармацевтическая академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ПГФА Минздрава России). 614990, Россия, г. Пермь, ул. Полевая, д. 2

✉ Контактное лицо: Ковансков Владислав Евгеньевич. E-mail: vladislav.kovanskov@spcru.ru

ORCID: В. Е. Ковансков – <https://orcid.org/0000-0001-5783-8339>;

Е. М. Вагина – <https://orcid.org/0009-0006-2961-7671>;

Е. С. Сурбеева – <https://orcid.org/0000-0002-7005-2477>;

В. Г. Лужанин – <https://orcid.org/0000-0002-6312-2027>;

Д. Ю. Ивкин – <https://orcid.org/0000-0001-9273-6864>.

Статья поступила: 14.05.2025

Статья принята в печать: 11.07.2025

Статья опубликована: 11.07.2025

Резюме

Введение. Реальный подход к лечению сахарного диабета часто игнорирует вопросы терапии ожирения, сосредоточившись на контроле гликемии. Следовательно, возрастает необходимость в рассмотрении фармакологических подходов терапии ожирения при так называемом диабетическом синдроме. Отдельные виды растений содержат широкий спектр биологически активных соединений, которые могут оказывать благоприятное воздействие на метаболические процессы в организме.

Цель. Изучить влияние комплекса полифенольных соединений из травы касатика молочного-белого и полисахаридов и пектинов из корневищ сельдерея пахучего на массу тела и содержание жира у лептинрезистентных диабетических мышей.

Материалы и методы. В ходе эксперимента были использованы метод биоимпедансометрического анализа и биохимический анализ крови на содержание глюкозы.

Результаты и обсуждение. Выяснено, что применение изучаемых фитосубстанций привело к снижению массы тела и доли жировой ткани у животных по сравнению с контролем, а для группы экстрактов касатика показано снижение уровня глюкозы в крови.

Заключение. Полученные нами данные подтверждают потенциальную возможность применения экстрактов касатика и сельдерея в качестве источников выделения веществ для создания средств терапии ожирения.

Ключевые слова: сахарный диабет, ожирение, *Apium graveolens*, *Iris lactea*, биоимпедансометрия, мыши линии C57Bl/Ks-db^{+/+}m (LepR^{db/db, db/db})

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

Вклад авторов. В. Е. Ковансков, Е. М. Вагина, Е. С. Сурбеева осуществляли проведение эксперимента. В. Е. Ковансков отвечал за обработку, интерпретацию полученных данных и формулирование выводов. Д. Ю. Ивкин, В. Г. Лужанин планировали дизайн эксперимента и редактировали рукопись.

Для цитирования: Ковансков В. Е., Вагина Е. М., Сурбеева Е. С., Лужанин В. Г., Ивкин Д. Ю. Влияние извлечений из касатика молочного-белого и сельдерея пахучего на композиционный состав тела и уровень глюкозы лептинрезистентных мышей. *Гербариум*. 2025;2(3):37–43. <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-3-35>

Effect of extracts from iris milk-white and celery on body composition and glucose levels in leptin-resistant mice

Vladislav E. Kovanskov¹✉, Elizaveta M. Vagina¹, Elizaveta S. Surbeeva¹,
Vladimir G. Luzhanin², Dmitriy Yu. Ivkin¹

¹ Saint-Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University. 14A, Prof. Popova str., Saint-Petersburg, 197022, Russia

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Perm State Pharmaceutical Academy" of the Ministry of Health of the Russian Federation. 2, Polevaya str., Perm, 614990, Russia

✉ **Corresponding author:** Vladislav E. Kovanskov. **E-mail:** vladislav.kovanskov@spcpu.ru

ORCID: Vladislav E. Kovanskov – <https://orcid.org/0000-0001-5783-8339>;

Elizaveta M. Vagina – <https://orcid.org/0009-0006-2961-7671>;

Elizaveta S. Surbeeva – <https://orcid.org/0000-0002-7005-2477>;

Vladimir G. Luzhanin – <https://orcid.org/0000-0002-6312-2027>;

Dmitriy Yu. Ivkin – <https://orcid.org/0000-0001-9273-6864>.

Received: 14.05.2025

Accepted: 11.07.2025

Published: 11.07.2025

Abstract

Introduction. The practical approach to treating diabetes mellitus often overlooks the management of obesity, focusing primarily on glycemic control. Consequently, there is a growing need to explore pharmacological strategies for obesity treatment within the so-called diabetic syndrome. Certain plant species contain a wide range of biologically active compounds that may have beneficial effects on metabolic processes in the body.

Aim. To investigate the effects of a complex of polyphenolic compounds from *Iris lactea* herb and polysaccharides and pectins from *Apium graveolens* rhizomes on body weight and fat content in leptin-resistant diabetic mice.

Materials and methods. The experiment employed bioimpedance analysis and blood biochemical analysis to measure glucose levels.

Results and discussion. It was found that the studied phytosubstances led to a reduction in body weight and adipose tissue proportion in the animals compared to the control group. Additionally, the group treated with *Iris lactea* extracts showed a decrease in blood glucose levels.

Conclusion. The obtained data confirm the potential use of *Iris lactea* and *Apium graveolens* extracts as sources of bioactive compounds for developing obesity treatment agents.

Keywords: diabetes mellitus, obesity, *Apium graveolens*, *Iris lactea*, bioimpedance measurement, C57Bl/Ks-db^{+/+}m (LepR^{db/db, db/db}) mice

Conflict of interest. The authors declare that they have no obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Contribution of the authors. Vladislav E. Kovanskov, Elizaveta M. Vagina, Elizaveta S. Surbeeva carried out the experiment; Vladislav E. Kovanskov was responsible for processing, interpreting the data obtained and formulating conclusions; Dmitriy Yu. Ivkin, Vladimir G. Luzhanin planned the design of the experiment and edited the manuscript.

For citation: Kovanskov V. E., Vagina E. M., Surbeeva E. S., Luzhanin V. G., Ivkin D. Yu. Effect of extracts from iris milk-white and celery on body composition and glucose levels in leptin-resistant mice. *Herbarium*. 2025;2(3):37–43. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-3-35>

Введение

В последнее десятилетие сфера здравоохранения столкнулась с острой необходимостью решения вопросов, связанных с борьбой не только с ожирением, которое приняло характер эпидемии, но и с его осложнениями, одним из которых является сахарный диабет. В связи с широким распространением диабета вследствие ожирения был введен новый термин «diabesity» для описания патологической связи между этими понятиями [1].

Избыточное накопление жира способствует развитию резистентности к инсулину, что является предполагаемым механизмом развития сахарного диабета на фоне ожирения. Даже умеренное снижение веса может значительно улучшить гомеостаз глюкозы и уменьшить кардиометаболические факторы риска у пациентов с сахарным диабетом 2 типа, но стратегии снижения веса, основанные на образе жизни, не являются долгосрочно эффективными [1].

Реальный подход к лечению сахарного диабета часто игнорирует вопросы терапии ожирения, сосре-

доточившись на контроле гликемии. Следовательно, возрастает необходимость в рассмотрении фармакологических подходов к терапии ожирения при так называемом диабетическом синдроме.

До появления синтетических гипогликемических препаратов основными лекарственными средствами были растительные препараты. Отдельные виды растений содержат широкий спектр биологически активных соединений, которые могут оказывать благоприятное воздействие на метаболические процессы в организме. Обоснование поиска растительных препаратов для сочетанной терапии сахарного диабета и ожирения основывается на их потенциальной безопасности и большей доступности в сравнении с существующими лекарственными средствами [2, 3].

Касатик молочно-белый (*Iris lactea* Pall.) представляет собой многолетнее травянистое растение из семейства ирисовых, или касатиковых (*Iridaceae* Juss.). Вторичные метаболиты растения включают ксантоны (мангиферин, ирифлофенон и другие), фитоэстрогены, флавоноиды (эмбинин) и изофлавоноиды (ирисон Б, текторигенин), а также другие полифенольные соединения, которые могут проявлять антиоксидантные, противовоспалительные и антигипоксантные свойства. Флавоноид эмбинин, выделенный из касатика молочно-белого, показал выраженный кардиотонический и иммунотропный эффект в эксперименте [4–6].

Исследования *in vitro* и *in vivo* показали, что эти вещества могут снижать уровень холестерина и ЛПНП, а также иметь потенциал для использования в лечении метаболических и сердечно-сосудистых нарушений [7, 8].

Сельдерей пахучий (*Apium graveolens*, L.) представляет собой двулетнее травянистое растение семейства зонтичных, или сельдерейных (*Apiaceae*), широко распространенное в Российской Федерации. Сельдерей существует в трех ботанических формах (корневой, черешковый и листовой), максимальный интерес представляет корневой сельдерей, содержащий наибольшее количество кемпферола, апигенина, лютеолина, кофейной и хлорогеновой кислот [9]. Исследования показывают положительное влияние данных фенольных соединений в отношении массы тела, уровня глюкозы в крови и размеров адипоцитов [10, 11].

В качестве референтного препарата использовался метформин, который широко применяется в практике при лечении различных метаболических нарушений. Исключительная роль метформина основана на многолетнем опыте, демонстрирующем его безопасность и умеренную эффективность в снижении веса при терапии сахарного диабета [12, 13].

Мыши линии C57Bl/Ks-db^{+/+}m (LepR^{db/db, db/db}) широко используются для исследования диабета, связанного с ожирением. Характерные особенности этой модели включают выраженное накопление жировой ткани, гиперфагию, гипергликемию и гиперхолесте-

ринемию, связанные с резистентностью к действию лептина. Данная линия мышей представляет собой перспективную модель генетически детерминированного ожирения, сахарного диабета II типа и метаболического синдрома с развитием органических поражений с раннего возраста [14, 15].

Метод биоимпедансометрической спектроскопии основан на пропускании переменного электрического тока через тело с последующим измерением сопротивления различных участков. Метод позволяет количественно оценить содержание жира в организме, общее количество воды и массу тела без жира. Биоимпедансометрия является воспроизводимым методом оценки композиционного состава тела у мелких лабораторных животных при моделировании ожирения [16].

Материалы и методы

Объектами исследования были сухие экстракты сельдерея пахучего, полученные по следующей методике: высушенные и измельченные корнеплоды сельдерея корневого обезжиривали хлороформом и обрабатывали 80%-м этиловым спиртом. Из полученного шрота экстрагировали водорастворимые полисахариды (ВРПС) и пектиновые вещества (ПВ) водой и смесью 0,5%-й щавелевой кислоты и оксалата аммония (1:1) при нагревании и постоянном перемешивании. Полученные растворы упаривали и осаждали ВРПС и ПВ трехкратным количеством этанола, высушивали до постоянной массы. Полученные субстанции растворяли в воде, очищали методом Севага и подвергали лиофильной сушке [17] (рисунок 1).

Кусочки надземной части касатика молочно-белого измельчали при помощи электрической мельницы и просеивали через сито диаметром 5 мм, затем добавляли 10-кратный объем 96%-го этилового спирта и проводили 3-кратную экстракцию методом мацерации в течение 120 мин. Извлечение повторяли несколько раз, время каждой экстракции составляло 120 мин. Экстракты объединяли, концентрировали методом ротационного выпаривания на вакуумно-ротационном испарителе (Heidolph Instruments GmbH & Co KG, Германия) для получения густого экстракта (выход 8–10%). Полученный густой экстракт высушивали до постоянной массы при температуре 40 °C.

Самцы мышей линии C57Bl/Ks-db^{+/+}m (db/db) массой 32–48 г, возрастом 10–12 недель были получены из филиала «Столбовая» ФГБУН НЦБМТ ФМБА России (Россия). Все животные содержались в стандартных лабораторных условиях при температуре (25 ± 2) °C, постоянной влажности (55 ± 5) % и освещении (12-часовой цикл темнота/свет), с доступом к пище и воде очищенной *ad libitum*. После двух недель карантина 24 животных были случайным образом распределены в группы по 6 мышей в каждой: 1-я – группа контроля (патология без лечения); 2-я – группа, получавшая экстракт касатика молочно-белого, 3-я – группа,

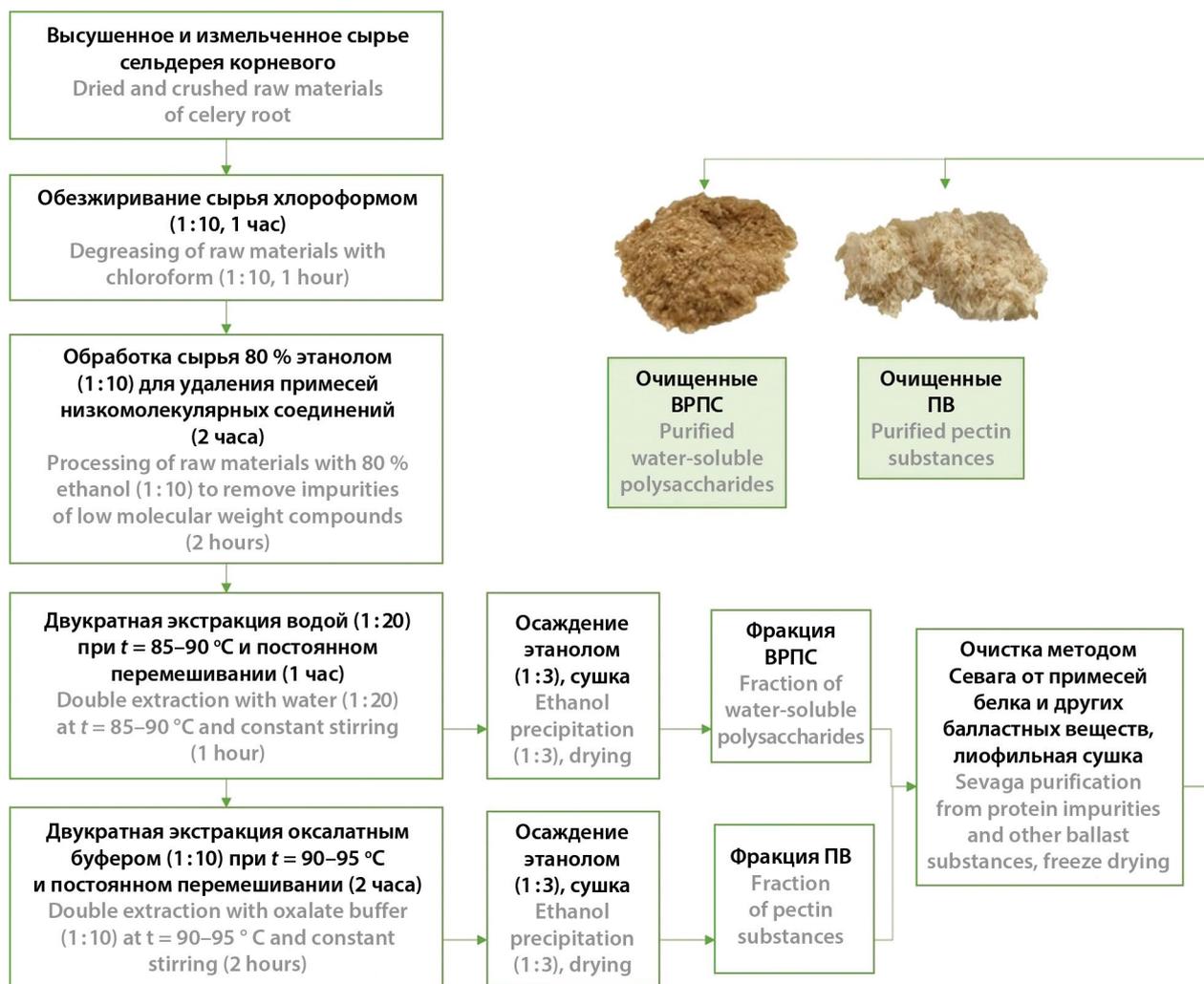


Рисунок 1. Получение экстракта из сельдерея

Figure 1. Obtaining an extract from celery root

получавшая водорастворимые полисахариды и пектиновые вещества 1:1 из сельдерея листового, 4-я – группа, получавшая референтный препарат метформин. Исследуемые фитопрепараты вводили внутрижелудочно через зонд в дозах, эквивалентных 100 мг сухого экстракта на кг веса животного, один раз в день в течение 4 недель, референтная группа получала метформин (Глюкофаж®, таблетки, 1000 мг) в дозе 300 мг/кг.

Со всеми подопытными животными обращались гуманно. Исследование проводили в соответствии с Правилами надлежащей лабораторной практики Евразийского экономического союза в сфере обращения лекарственных средств после одобрения биоэтической комиссией ФГБОУ ВО СПХФУ.

В ходе эксперимента оценивали летальность, регистрировали массу тела каждые 2 недели. Биоимпедансометрию проводили каждые 2 недели с помощью спектроскопического импедансометра ImpediVET® BIS1 (ImpediMed, Inc., США) после предварительного

введения в наркоз смесью золазепам/тилетамин (Золетил®, Virbac, Франция; 25 мг/кг внутримышечно) с ксилазином (Ксила®, Interchemie, Нидерланды; 10 мг/кг внутримышечно). Определяли содержание жира (%), выполняя для каждого животного 3 последовательных измерения с интервалом 3 с [15].

Животных выводили из эксперимента спустя 4 недели после начала введения. Эвтаназию животных проводили в соответствии с внутренним стандартизированным операционным протоколом путем усыпления углекислым газом в CO₂-боксе модели THF3481-V01 (BIOSCAPE (EHRET), Германия).

Сбор и подготовка образцов

Животных анестезировали внутрибрюшинной инъекцией хлоралгидрата и забирали кровь из ретроорбитального сплетения. Полученную кровь помещали в центрифужную пробирку объемом 2 мл без антикоагулянта и оставляли при комнатной температуре на

30 мин для свертывания и расслоения. Затем образцы центрифугировали при 3000 об/мин в течение 15 мин. Супернатант отделяли от сгустка и немедленно замораживали, хранили при температуре -40°C до проведения анализа.

Статистический анализ данных проводили с использованием программного пакета Prism 8 (GraphPad Software, США). При оценке значимости различий между исследуемыми группами проверялась гипотеза о нормальности распределения признаков с помощью W -критерия Шапиро – Уилка. Для оценки различий между выборками с нормальным распределением применяли двухфакторный дисперсионный анализ повторных измерений с поправкой Гейсера – Гринхауса с последующим тестом множественного сравнения Тьюки HSD. Для сравнения выживаемости выборок использовали лог-ранговый тест. Количественные данные представили в виде средних значений и стандартных отклонений ($M \pm SD$). Различия считали статистически достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Показатель выживаемости животных в конце эксперимента статистически значимо не различался между группами контроля, референта, касатика и сельдерея, составив 67, 83, 83 и 67 % соответственно (рисунок 2).

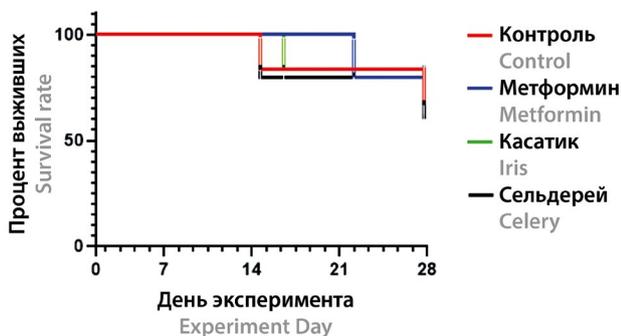


Рисунок 2. Динамика выживаемости животных
Figure 2. Dynamics of animal survival

Для оценки динамики развития диабетического синдрома использовали такие показатели, как вес тела, композиционный состав и концентрация глюкозы в крови. Как показано на рисунке 3, масса тела мышей в группе контроля резко увеличилась ко 2-й неделе эксперимента и замедлила увеличение на 4-й неделе. На 2-й неделе эксперимента масса тела животных отличалась по сравнению с группой контроля в группе извлечений из касатика ($p < 0,05$). После 4 недель масса тела животных отличалась по сравнению с группой контроля в группах сельдерея, метформина ($p < 0,05$) и касатика ($p < 0,01$).

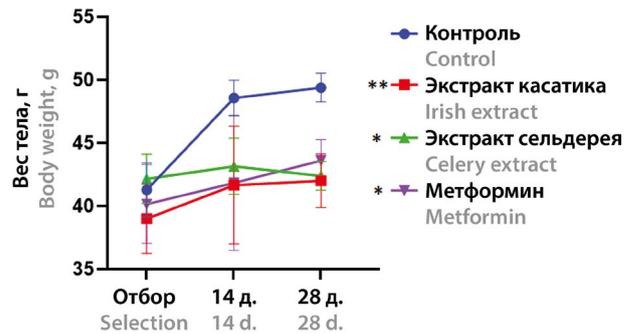


Рисунок 3. Динамика изменения массы тела у животных во время эксперимента.

* $0,01 < p < 0,05$; ** $0,001 < p < 0,01$ против контроля

Figure 3. Dynamics of body weight changes in animals during the experiment.

* $0,01 < p < 0,05$; ** $0,001 < p < 0,01$ versus control

Четырехнедельное лечение животных с ожирением фитопрепаратами привело к значительному снижению доли жировой массы тела у групп, получавших экстракт лекарственного растительного сырья касатика ($31,46 \pm 2,77\%$) и экстракт корнеплодов сельдерея ($28,15 \pm 2,81\%$), по сравнению с контролем ($43,76 \pm 1,07\%$, $p_1 = 0,0002$, $p_2 < 0,0001$) (рисунок 4). На фоне приема референтного препарата метформина результаты оказались схожими с результатами приема фитопрепаратов через 2 недели эксперимента, но менее эффективными на сроке 4 недели.

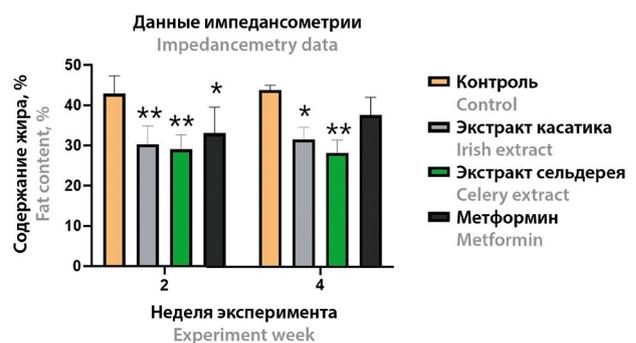


Рисунок 4. Динамика содержания жира у животных во время эксперимента.

* $0,01 < p < 0,001$; ** $p < 0,0001$ в сравнении с группой контроля

Figure 4. Dynamics of fat content in animals during the experiment.

* $0,01 < p < 0,001$, * $p < 0,0001$ compared to the control group

Анализ концентрации глюкозы в крови животных показал наиболее выраженный гипогликемический эффект извлечения из касатика молочно-

белого (рисунок 5), в то время как извлечение из сельдерея и референтный препарат оказали минимальное гипогликемическое действие в ряду изучаемых объектов (содержание глюкозы в крови – 12,21 ммоль/л против 20,54 ммоль/л и 23,43 ммоль/л соответственно).

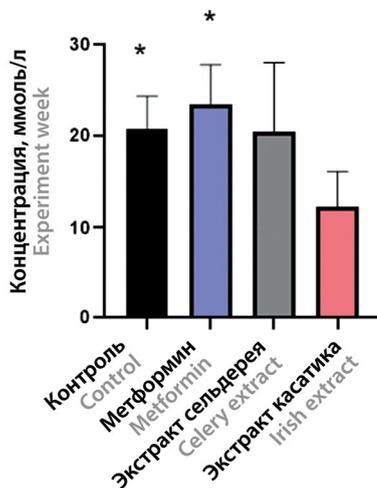


Рисунок 5. Содержание глюкозы в крови у лабораторных животных на 4-й неделе эксперимента.

* <math>p < 0,05</math> в сравнении с группой экстракта касатика

Figure 5. Blood glucose levels in laboratory animals on the 4th week of the experiment.

* <math>p < 0.05</math> compared to the iris extract group

Заклучение

Проведенное исследование продемонстрировало влияние экстрактов касатика молочного-белого (*Iris lactea*) и сельдерея пахучего (*Apium graveolens*) на композиционный состав тела и уровень глюкозы у лептинрезистентных мышей с ожирением. Результаты показали, что оба растительных экстракта обладают сопоставимой или большей эффективностью по снижению массы тела и доли жировой ткани по сравнению с метформином, особенно на поздних сроках эксперимента. По гипогликемическому действию экстракт касатика превзошел метформин, в то время как сельдерей оказался менее эффективным в этом аспекте. Для дальнейшего применения этих извлечений необходимы дополнительные исследования, включая изучение механизмов действия, безопасности и эффективности в клинических условиях.

Литература

1. Michaelidou M., Pappachan J.M., Jeeyavudeen M.S. Management of diabetes: Current concepts. *World Journal of Diabetes*. 2023;14(4):396–411. DOI: 10.4239/wjd.v14.i4.396.
2. Kumar S., Mittal A., D. Babu, Mittal A. Herbal Medicines for Diabetes Management and its Secondary Complications. *Current Diabetes Reviews*. 2021;17(4):437–456. DOI: 10.2174/1573399816666201103143225.
3. Оковитый С.В., Болотова В.Ц., Анисимова Н.А., Ивкин Д.Ю., Титович И.А., Сысоев Ю.И., Напалкова С.М. Перспективы применения растительных извлечений для коррекции нарушений жирового и углеводного обмена. *Фармация*. 2020;69(2):17–22. DOI: 10/29296/25419218-2020-02-03.
4. Лужанин В.Г., Уэйли А.К., Понкратова А.О., Жохова Е.В., Зингалюк М.А., Пряхина Н.И. Касатик молочного-белый (*Iris lactea* Pall.) – перспективный источник биологически активных веществ. *Химия растительного сырья*. 2021;3:5–17. DOI: 10.14258/jcprm.2021038890.
5. Бычкова Н.В., Калашникова А.А., Уэйли А.К., Лужанин В.Г., Калинина Н.М., Шустов Е.Б., Оковитый С.В. Изучение иммуномодулирующих эффектов флавонового гликозида эмбинина. Профилактическая и клиническая медицина. 2019;4(73):77–82.
6. Ивкин Д.Ю., Лужанин В.Г., Карпов А.А., Минасян С.М., Полещенко Я.И., Мамедов А.Э., Повыдыш М.Н., Поройков В.В., Наркевич И.А. Эмбинин – перспективное кардиотоническое средство природного происхождения. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2018;(3):166–170.
7. Barkas F., Bathrellou E.; Nomikos T., Panagiotakos D., Liberopoulos E., Kontogianni M.D. Plant Sterols and Plant Stanols in Cholesterol Management and Cardiovascular Prevention. *Nutrients*. 2023;15(3):2845. DOI: 10.3390/nu15132845.
8. Amiri S., Dastghaib S., Ahmadi M., Mehrbod P., Khadem F., Behrouj H., Aghanoori M.-R., Machaj F., Ghamsari M., Rosik J., Hudecki A., Afkhami A., Hashemi M., Los M.J., Mokarram P., Madrakian T., Ghavami S. Betulin and its derivatives as novel compounds with different pharmacological effects. *Biotechnology Advances*. 2020;38:107409. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2019.06.008.
9. Mehraj N., Alam M. Karafs (*Apium graveolens* Linn) An in-depth review of its historical context, therapeutic properties, ethno pharmacological applications, and scientific research. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2024;13(3):401–405. DOI: 10.22271/phyto.2024.v13.i3e.14981.
10. Yan Y., Li Q., Shen L., Guo K., Zhou X. Chlorogenic acid improves glucose tolerance, lipid metabolism, inflammation and microbiota composition in diabetic db/db mice. *Frontiers in Endocrinology*. 2022;13:1042044. DOI: 10.3389/fendo.2022.1042044.
11. Nani A., Murtaza B., Sayed Khan A., Khan N.A., Hichami A. Antioxidant and Anti-Inflammatory Potential of Polyphenols Contained in Mediterranean Diet in Obesity: Molecular Mechanisms. *Molecules*. 2021;26(4):985. DOI: 10.3390/molecules26040985.
12. Ahmad E., Sargeant J., Zaccardi F., Khunti K., Webb D., Davies M. Where Does Metformin Stand in Modern Day Management of Type 2 Diabetes? *Pharmaceuticals*. 2020;13(12):427. DOI: 10.3390/ph13120427.
13. Lazzaroni E., Ben Nasr M., Loretelli C., Pastore I., Plebani L., Lunati M.E., Vallone L., Bolla A.M., Rossi A., Montefusco L., Ippolito E., Berra C., D'Addio F., Zuccotti G.V., Fiorina P. Anti-diabetic drugs and weight loss in patients with type 2 diabetes. *Pharmacological Research*. 2021;171:105782. DOI: 10.1016/j.phrs.2021.105782.
14. Liu J., Lai F., Hou Y., Zheng R. Leptin signaling and leptin resistance. *Medical Review*. 2022;2(4):363–384. DOI: 10.1515/mr-2022-0017.

- Kottaisamy C. P. D., Raj D. S., Prasanth Kumar V., Sankaran U. Experimental animal models for diabetes and its related complications—a review. *Laboratory Animal Research*. 2021;37:23. DOI: 10.1186/s42826-021-00101-4.
- Демакова Н. В., Краснова М. В., Плиско Г. А., Семивеличенко Е. Д., Ивкин Д. Ю., Окovitый С. В. Апробация метода биоимпедансометрии как инструмента прижизненной динамической оценки состава тела лабораторных животных. *Лабораторные животные для научных исследований*. 2021;2:54–60. DOI: 10.29296/2618723X-2021-02-07.
- Сурбеева Е. С., Комова С. И. Получение и очистка фракций полисахаридов из корнеплодов *Apium graveolens* L. В сб.: XI Международная научно-практическая конференция «Молодая фармация – потенциал будущего». Санкт-Петербург; 2022.
- Yan Y., Li Q., Shen L., Guo K., Zhou X. Chlorogenic acid improves glucose tolerance, lipid metabolism, inflammation and microbiota composition in diabetic db/db mice. *Frontiers in Endocrinology*. 2022;13:1042044. DOI: 10.3389/fendo.2022.1042044.
- Nani A., Murtaza B., Sayed Khan A., Khan N. A., Hichami A. Antioxidant and Anti-Inflammatory Potential of Polyphenols Contained in Mediterranean Diet in Obesity: Molecular Mechanisms. *Molecules*. 2021;26(4):985. DOI: 10.3390/molecules26040985.
- Ahmad E., Sargeant J., Zaccardi F., Khunti K., Webb D., Davies M. Where Does Metformin Stand in Modern Day Management of Type 2 Diabetes? *Pharmaceuticals*. 2020;13(12):427. DOI: 10.3390/ph13120427.
- Lazzaroni E., Ben Nasr M., Lorelli C., Pastore I., Plebani L., Lunati M. E., Vallone L., Bolla A. M., Rossi A., Montefusco L., Ippolito E., Berra C., D'Addio F., Zuccotti G. V., Fiorina P. Anti-diabetic drugs and weight loss in patients with type 2 diabetes. *Pharmacological Research*. 2021;171:105782. DOI: 10.1016/j.phrs.2021.105782.
- Liu J., Lai F., Hou Y., Zheng R. Leptin signaling and leptin resistance. *Medical Review*. 2022;2(4):363–384. DOI: 10.1515/mr-2022-0017.
- Kottaisamy C. P. D., Raj D. S., Prasanth Kumar V., Sankaran U. Experimental animal models for diabetes and its related complications—a review. *Laboratory Animal Research*. 2021;37:23. DOI: 10.1186/s42826-021-00101-4.
- Demakova N. V., Krasnova M. V., Plisko G. A., Semiveli-chenko E. D., Ivkin D. Yu., Okovitый S. V. Impedansometry as an estimating method of tertiary endpoint in experimental modeling of alimentary impairments. *Laboratory Animals for Science*. 2021;2:54–60. (In Russ.)
- Surbееva E. S., Komova S. I. Extraction and purification of polysaccharide fractions from *Apium graveolens* L. roots. In: XI International Scientific and Practical Conference "Young Pharmacy – Potential of the Future". St. Petersburg; 2022. (In Russ.)

References

- Michaelidou M., Pappachan J. M., Jeeyavudeen M. S. Management of diabetes: Current concepts. *World Journal of Diabetes*. 2023;14(4):396–411. DOI: 10.4239/wjd.v14.i4.396.
- Kumar S., Mittal A., D. Babu, Mittal A. Herbal Medicines for Diabetes Management and its Secondary Complications. *Current Diabetes Reviews*. 2021;17(4):437–456. DOI: 10.2174/1573399816666201103143225.
- Okovitый S. V., Bolotova V. Ts., Anisimova N. A., Ivkin D. Yu., Titovich I. A., Sysoev Yu. I., Napalkova S. M. Prospects for using plant extracts to correct fat and carbohydrate metabolism disorders. *Pharmacy*. 2020;69(2):17–22. (In Russ.) DOI: 10/29296/25419218-2020-02-03.
- Luzhanin V. G., Whaley A. K., Ponkratova A. O., Zhokhova E. V., Zingalyuk M. A., Pryaknina N. I. Iris milky-white (*Iris lactea* Pall.) – a promising source of biologically active substances. *Chemistry of plant raw material*. 2021;3:5–17. (In Russ.) DOI: 10.14258/jcpm.2021038890.
- Bychkova N. V., Kalashnikova A. A., Wylie A. K., Luzhanin V. G., Kalinina N. M., Shustov E. B., Okovitый S. V. Study of the immunotropic effects of the flavone glycoside embinin. *Preventive and Clinical Medicine*. 2019;4(73):77–82. (In Russ.)
- Ivkin D. Yu., Luzhanin V. G., Karpov A. A., Minasyan S. M., Poleshchenko Ya. I., Mamedov A. E., Povydysh M. N., Poyrovkov V. V., Narkevich I. A. Embinin is a perspective cardiogenic mean for natural origin. *Drug development & registration*. 2018;(3):166–170. (In Russ.)
- Barkas F., Bathrellou E., Nomikos T., Panagiotakos D., Liberopoulos E., Kontogianni M. D. Plant Sterols and Plant Stanols in Cholesterol Management and Cardiovascular Prevention. *Nutrients*. 2023;15(3):2845. DOI: 10.3390/nu15132845.
- Amiri S., Dastghaib S., Ahmadi M., Mehrbod P., Khadem F., Behrouj H., Aghanoori M.-R., Machaj F., Ghamsari M., Rosik J., Hudecki A., Afkhami A., Hashemi M., Los M. J., Mokarram P., Madrakian T., Ghavami S. Betulin and its derivatives as novel compounds with different pharmacological effects. *Biotechnology Advances*. 2020;38:107409. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2019.06.008.
- Mehraj N., Alam M. Karafs (*Apium graveolens* Linn) An in-depth review of its historical context, therapeutic properties, ethno pharmacological applications, and scientific research. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2024;13(3):401–405. DOI: 10.22271/phyto.2024.v13.i3e.14981.