

DOI: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2025.3.115>

Разработка методики количественного определения фенольных соединений в траве галеги лекарственной, определение ее фармакологической активности

А.С. Бакун

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2025. – Том 24, №3. – С. 115-122.

The development of a technique for quantitative determination of phenolic compounds in Galega officinalis herb, identification of its pharmacological activity

A.S. Bakun

Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2025;24(3):115-122.

Резюме.

Цель исследования – установить оптимальные условия экстракции фенольных соединений из травы галеги лекарственной и изучить её фармакологическую активность.

Материал и методы. Объектом исследования служила трава галеги лекарственной, заготовленная в Витебской области в фазу массового цветения.

Количественное определение фенольных соединений в траве галеги лекарственной проводили спектрофотометрическим методом при помощи реакции комплексообразования с реактивом Фолина–Чокальтеу. Антиоксидантную активность (in vitro) изучали методом колориметрии, основанном на реакции с 1,1-дифенил-2-пикрилгидразилом. Гипогликемическое действие исследовали на модели пероральной сахарной нагрузки.

Результаты. В результате исследований определены оптимальные условия экстракции фенольных соединений и разработана методика количественного определения их в траве галеги лекарственной. Антиоксидантной активностью обладают все извлечения из травы галеги лекарственной: процент ингибирования свободных радикалов DPPH варьировал в пределах 38,3% – 77,7%. Доказано, что водное извлечение из травы галеги лекарственной в дозе 500 мг/кг обладает гипогликемическим действием (статистически значимых отличий с действием метформина не выявлено).

Ключевые слова: галега лекарственная, оптимальные условия, фенольные соединения, антиоксидантная активность, гипогликемическая активность.

Abstract.

Objectives. To establish optimal conditions for extracting phenolic compounds from Galega officinalis herb and to study its pharmacological activity.

Material and methods. The object of the study was Galega officinalis herb, harvested in Vitebsk region during the mass flowering phase.

Quantitative determination of phenolic compounds in the herb of Galega officinalis was carried out by a spectrophotometric method using a complexation reaction with the Folin-Ciocalteu reagent. Antioxidant activity (in vitro) was studied by a colorimetric method based on the reaction with 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. Hypoglycemic effect was studied on the model of oral sugar load.

Results. As a result of the research, optimal conditions for the extraction of phenolic compounds were determined and a method for their quantitative determination in the herb of Galega officinalis was developed.

All extracts from the herb *Galega officinalis* have antioxidant activity: the percentage of inhibition of DPPH free radicals varied within the range of 38.3% – 77.7%. It has been proven that the aqueous extract from the herb *Galega officinalis* at a dose of 500 mg/kg has a hypoglycemic effect (no statistically significant differences with the effect of metformin were found).

Keywords: Galega officinalis, optimal conditions, phenolic compounds, antioxidant activity, hypoglycemic effect.

Введение

В соответствии с Государственным реестром лекарственных средств Республики Беларусь на 19.10.2024 г. зарегистрировано лишь два лекарственных препарата растительного происхождения для комплексной терапии сахарного диабета – сборы «Арфазетин» и «Диабетан». По состоянию на март 2025 года доступен к приобретению последний [1]. По данным информационно-справочного сервиса «tabletkaby» и информационного портала «arteka.103.by» на 20.10.2024 г. в аптеках Беларуси можно приобрести 41 биологически активную добавку к пище (31 наименование зарегистрировано в Едином реестре ЕАЭС), которые могут применяться при нарушении метаболических процессов, в том числе при сахарном диабете [2,3,4]. Из них только 4 позиции – отечественного производства. 41 % БАД являются поликомпонентными: чаще всего в их составе встречается трава галеги лекарственной, створки фасоли обыкновенной, побеги черники обыкновенной.

Таким образом на фармацевтическом рынке Республики Беларусь отмечается незначительное количество зарегистрированных лекарственных средств растительного происхождения с доказанной эффективностью и предназначенных для фитотерапевтического лечения сахарного диабета. Это свидетельствует о необходимости дальнейших исследований фармакологических свойств растений с гипогликемической активностью, разработки нормативных документов по их качеству в целях расширения ассортимента таких препаратов на фармацевтическом рынке страны.

Сахарный диабет имеет сложную многоуровневую природу происхождения. Одним из факторов, способствующих возникновению данной патологии и его осложнений, является свободно-радикальное окисление, которое оказывает повреждающее действие на клетки различных тканей и органов человека. [5,6,7]. Поэтому актуальным является поиск природных источников биологически активных соединений, обладающих поливалентным действием (антиоксидантным, гипогликемическим, противоопухолевым и др.).

Одним из перспективных растений, применяемых в народной медицине при повышенном уровне глюкозы в крови, является трава галеги лекарственной (*Galega officinalis* L., козлятник лекарственный). Данный вид лекарственного растительного сырья не является фармакопейным и представляет интерес в рамках изучения химического состава и фармакологической активности с точки зрения доказательной медицины. Трава козлятника содержит различные группы биологически активных соединений: гидроксикоричные кислоты, аминокислоты (заменимые и незаменимые), фенольные соединения, алкалоиды, полисахариды и другие [8]. В климатических условиях Беларуси растение культивируется, что решает вопрос необходимости сырьевой базы для промышленного производства.

Цель исследования – изучить профиль фармакологической активности и установить оптимальные условия экстракции фенольных соединений из травы галеги лекарственной, произрастающей на территории Республики Беларусь.

Задачи исследования:

1. Установить оптимальные условия экстракции фенольных соединений из травы *Galega officinalis* L., разработать и валидировать методику их количественного определения;
2. Исследовать антиоксидантный потенциал извлечений из травы *Galega officinalis* L.;
3. Изучить гипогликемическую активность травы *Galega officinalis* L., произрастающей на территории Республики Беларусь, методом *in vivo*.

Материал и методы

Объектом исследования служила трава галеги лекарственной, заготовленная в Витебской области в фазу массового цветения.

Количественное определение фенольных соединений

Для определения наилучших условий экстракции фенольных соединений из исследуемого объекта было изучено влияние различных факторов:

- 1) природа экстрагента (вода, 10 – 96,5% спирт этиловый);

- 2) продолжительность экстракции;
- 3) температура экстракции;
- 4) соотношение сырья и экстрагента;
- 5) степень измельчения сырья.

Количественное определение фенольных соединений осуществляли спектрофотометрическим методом (UV-VIS спектрофотометр РВ 2201) при помощи реакции комплексообразования с реактивом Фолина-Чокальтеу. Установлены:

- 1) оптимальное количество фосфорномолибденово-вольфрамового реактива для полноценного протекания реакции комплексообразования;
- 2) время полного реагирования экстракта с реактивом Фолина-Чокальтеу: оптическую плотность исследуемых извлечений фиксировали с интервалом в 5 минут в течение 1 часа.

Оптическую плотность измеряли при длине волны 760 нм, пересчёт суммарного содержания фенольных соединений (флавоноидов, дубильных веществ, фенолкарбоновых кислот, простых фенолов) в траве козлятника производили на хлорогеновую кислоту (в пересчёте на сухое сырьё), идентифицированную методом тонкослойной хроматографии в объекте исследования ранее [9]. Перерасчет концентрации фенольных соединений на хлорогеновую кислоту осуществляли по следующей формуле (1):

$$C \text{ (мг/мл)} = \frac{(A - 0,016)}{0,6275} \quad (1),$$

где:

c – концентрация фенольных соединений, мг/мл;

A – оптическая плотность раствора.

Процентное содержание фенольных соединений рассчитывалось по формуле 2:

$$C\% = \frac{c \times V}{m \times 1000 \times (1 - w)} \quad (2),$$

где:

c% – концентрация фенольных соединений, %;

c – концентрация фенольных соединений, мг/мл;

V – объем экстрагента, мл;

m – масса навески сырья, г;

w – потеря в массе при высушивании лекарственного растительного сырья.

Антиоксидантная активность

Антиоксидантную активность оценивали методом спектрофотометрии в реакции с 1,1-дифенил-2-пикрилгидразилом (DPPH) [10]. Степень ингибирования свободных радикалов (DPPH) контролировали по изменению величины

оптической плотности при длине волны 517 нм и рассчитывали по формуле 3. В качестве экстрагента выступали вода очищенная, спирт этиловый (концентрация от 10% до 96 %). Извлечения готовили в соотношении 1:100 (сырье: экстрагент).

$$X = \frac{(A_0 - A_1) \cdot 100}{A_0} \quad (3),$$

где:

X – антиоксидантная активность, %;

A₀ – оптическая плотность раствора DPPH;

A₁ – оптическая плотность раствора DPPH, после добавления извлечения.

Гипогликемическая активность

Водное извлечение из травы галеги лекарственной готовили по методике, приведенной в статье [11]. Гипогликемическая активность была исследована с использованием теста на толерантность к глюкозе (ГТТ) на 21 самце белых крыс линии Wistar с массой тела от 200 до 250 г. Животные были разделены на три группы (по семь крыс). За 18 часов до начала эксперимента крысам ограничили доступ к пище, при этом обеспечив достаточное потребление воды [12]. За один час до начала теста у подопытных животных было проведено внутривенное введение:

1 – интактной группе – воды очищенной;

2 – экспериментальной группе – водного извлечения из травы галеги лекарственной (500 мг/кг);

3 – группе сравнения – метформин «Фарм-лэнд», РБ (50 мг/кг).

Через 60 минут после интрагастрального введения исследуемых суспензий и воды очищенной животным перорально вводили 50% раствор глюкозы (3 г/кг массы тела). Для оценки уровня глюкозы в крови пробы брали шесть раз: до введения тестируемых веществ, перед введением глюкозы, а также в течение двух последующих часов с интервалами в 30 минут после «нагрузки» раствором глюкозы. Уровень гликемии определяли путем забора капли крови из хвостовой вены крыс. Измерения проводились с использованием глюкометра Bionime Rightest GS 100.

В ходе эксперимента с использованием лабораторных животных были соблюдены предписания Конвенции Совета Европы по охране позвоночных животных при проведении научных исследований [13]. Дизайн данного экспериментального исследования прошел экспертную оценку Комитета по биомедицинской этике Белорусского государственного медицинского уни-

верситета, что подтверждено Протоколом № 13 от 27 мая 2014 года.

Обработку данных экспериментов проводили в программе STATISTICA10, Excel 2016.

Результаты и обсуждение

Установлено влияние различных факторов на выход фенольных соединений из травы галеги лекарственной (табл. 1).

Максимальный выход фенольных соединений из травы галеги лекарственной наблюдался при экстракции 50% спиртом этиловым на кипящей водяной бане (100° С) в течение 40 минут при соотношении сырьё-экстрагент 1:100 и размере частиц 2000 мкм.

При измерении оптической плотности извлечений с реактивом Фолина – Чокальтеу в течение часа с интервалом в 5 минут, через 40 минут значения не изменялись. Точка «насыщения» при подборе объема фосфорно-молибденово-вольфрамового реактива зафиксирована при добавлении 0,5 мл последнего (табл. 2).

На основании полученных результатов разработана методика количественного определения

фенольных соединений в траве *Galega officinalis* L.: в колбу со шлифованным горлом помещали около 0,1 г измельчённого сырья (точная навеска) и добавляли 10 мл 50% этилового спирта. Затем колбу присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на кипящей водяной бане 40 минут. Полученный экстракт фильтровали через бумажный фильтр, отбирали 0,25 мл и помещали в мерную колбу вместимостью 25 мл, затем добавляли 0,5 мл фосфорно-молибденово-вольфрамового реактива (Folin-Ciocalteu), 10 мл воды очищенной, после чего доводили объём раствора до метки 15% раствором натрия карбоната. В качестве раствора сравнения использовали аналогичную смесь реактивов за исключением добавления исследуемого экстракта. Валидационные характеристики методики по критерию «сходимость» представлены в таблице 3.

Ошибка при сходимости составляла менее 5%, что соответствовало критерию приемлемости.

При определении внутрилабораторной точности учитывали влияние на результаты количественного определения трех факторов: проведение анализов в разные дни в течение трёх рабочих дней (фактор 1), замена аналитиков (фактор 2),

Таблица 1 – Определение оптимальных условий экстракции фенольных соединений

Исследуемый фактор	Максимальный выход фенольных соединений, %
Характер экстрагента (вода – спирт 96.5%)	2,21±0,22 (50 % спирт этиловый)
Время экстракции (10 минут– 60 минут)	2,51±0,02 (40 минут)
Степень измельчения сырья	2,61±0,09 (2000 мкм)
Температура экстракции (20-100° С)	2,62±0,08 (100° С)
Соотношение сырьё-экстрагент	3,56±0,08 (1:100)

Таблица 2 – Определение оптимального объёма фосфорно-молибденово-вольфрамового реактива для количественного определения фенольных соединений в траве галеги лекарственной

Объем фосфорно-молибденово-вольфрамового реактива, мл	Значение оптической плотности (A)
0,1	0,358
0,2	0,472
0,3	0,535
0,4	0,570
0,5	0,601
0,6	0,558
0,7	0,550
0,8	0,509

Таблица 3 – Сходимость результатов количественного определения суммы фенольных соединений в траве галеги лекарственной (n=10)

\bar{X} , %	S ²	S	S _x	S _t	Δ _x	ε, %
3,03	0,025	0,16	0,047	0,052	0,12	3,21

Таблица 4 – Внутрिलाбораторная точность методики количественного определения суммы фенольных соединений в траве галеги лекарственной (n=3)

Фактор	S	RSD,%	Δ_x
1	0,07	2,24	0,05
2	0,07	2,59	0,06
3	0,06	2,09	0,05

Таблица 5 – Правильность методики количественного определения суммы фенольных соединений в траве галеги лекарственной (n=3)

Стандартный образец	Содержание суммы ФС в извлечении, мг/мл	Добавлено хлорогеновой кислоты мг/мл	Обнаружено суммы ФС, мг/мл	Обнаружено, %	Воспроизводимость (RSD, %)
Хлорогеновая кислота	0,279	0,125	0,419	103,64	1,9
	0,279	0,25	0,538	101,64	1,8
	0,279	0,5	0,816	104,76	1,57

использование различного аналитического оборудования (фактор 3). Результаты представлены в таблице 4.

Правильность методики проверяли, используя метод стандартных добавок, при этом открываемость разработанной методики соответствовала установленным критериям (табл. 5).

Робастность проверяли путем изменения концентрации спирта (50±5% об/об) и времени экстракции (40±5 мин). Значения оптической плотности до и после изменения указанных параметров статистически значимо не менялись. Линейность методики была доказана при построении градуировочного графика зависимости аналитического сигнала от концентрации хлорогеновой кислоты (формула 1), при этом коэффициент детерминации составил 0,999. Таким образом предложенная методика валидирована по показателям линейность, сходимость, внутрिलाбораторная точность, правильность, робастность.

Процент ингибирования свободных радикалов DPPH извлечениями из травы *Galega officinalis* L. варьировал в пределах 38,3% – 77,7% (рис. 1). Выраженную антиоксидантную активность продемонстрировали извлечения на основе 20%, 50%, 70%, и 80%-го спирта этилового, которые подавляли образование свободных радикалов более, чем на 70% и статистически значимо между собой не отличались (p>0,05). Максимальная антиоксидантная активность 50%-спиртового извлечения коррелирует с наилучшим выходом фенольных соединений (коэффициент корреляции Пирсона $r=0,807394$, $p<0,05000$). Наименьший антиоксидантный потенциал проявили извлечения на основе 96% и 40% спирта этилового – 38,3±2,54% и 67,5±3,20% соответственно. Степень ингибирования свободных радикалов водным извлечением из наземной части *Galega officinalis* L. составила 69,9±4,44%, 0,1%-й раствор кверцетина ингибировал более 90% радикалов DPPH.

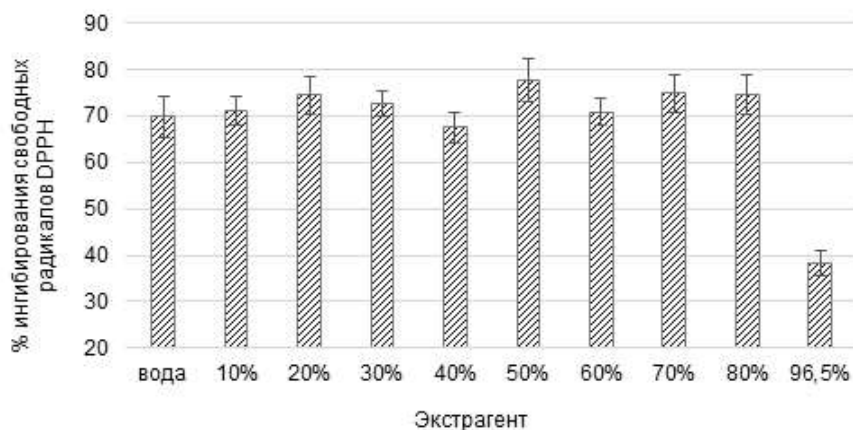


Рисунок 1 – Антиоксидантная активность извлечений из травы *Galega officinalis* L.

В ходе мониторинга пациентов с сахарным диабетом 2 типа установлено, что вероятность риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, окислительного стресса, атеросклероза возрастает при наличии резких скачков уровня глюкозы после приёма пищи. Существует предположение, что величина значений уровня глюкозы после принятия пищи более информативна для анализа перечисленных осложнений сахарного диабета [14]. Результаты исследования влияния водного извлечения из травы галеги лекарственной на содержание глюкозы в крови у крыс после пероральной сахарной нагрузки представлены на рисунке 2.

После перорального введения водного извлечения из травы *Galega officinalis* L. 500 мг/кг («-60» на графике) животным без сахарной нагрузки через 60 минут отмечается статистически значимое снижение концентрации глюкозы в крови крыс с $4,53 \pm 0,14$ ммоль/л до $3,87 \pm 0,5$ ммоль/л ($p=0,004$ по отношению к интактной группе). Для метформина и интактной группы уровень глюкозы в крови крыс через 60 минут после введения препарата (воды очищенной) практически не изменился и в точке «0» на графике составил $4,51 \pm 0,89$ и $4,84 \pm 0,32$ соответственно. Последующая «нагрузка» глюкозой у животных сопровождается резким повышением сахара в крови уже к 30 минуте (контроль – $6,26 \pm 0,66$, галега – $5,86 \pm 0,9$, метформин – $6,36 \pm 0,97$ ммоль/л). Максимальный уровень концентрации глюкозы фиксируется на 60 минуте: интактная группа – $7,73 \pm 0,49$ ммоль/л, галега – $5,86 \pm 0,90$ ммоль/л, метформин – $6,66 \pm 0,84$ ммоль/л.

Применение водного извлечения из травы галеги лекарственной приводило к значительному снижению скорости и длительности гипергликемии в сравнении с интактной группой на 60 и 90 минуте ($p=0,002$ и $p=0,01$ соответственно), для метформина разница статистически значима в сравнении с интактной группой в одной точке – 60 минут ($p=0,025$). Статистически значимой разницы между содержанием глюкозы в крови животных, получавших водное извлечение галеги, и животных, получавших суспензию метформина, выявлено не было ($p>0,05$).

В соответствии с литературными данными сахароснижающий эффект травы галеги лекарственной обусловлен действием алкалоида галегина [15]. Однако в исследованиях на модели стрептозотоцин-индуцированного сахарного диабета также было доказано, что безалкалоидная фракция из травы галеги лекарственной обладает гипогликемическим действием и снижает концентрацию глюкозы, уровень гликированного гемоглобина в крови крыс путем увеличения толерантности клеток к глюкозе, увеличения содержания С-пептида и инсулина в плазме крови животных [16]. Таким образом, мы предположили, что гипогликемическая активность травы галеги лекарственной обусловлена комплексным действием суммы биологически активных соединений, а именно фенольных соединений, в т.ч. флавоноидов, гидроксикоричных кислот, дубильных веществ и т.д., а также алкалоидов. Гравиметрическим методом нами было установлено, что в траве галеги лекарственной, произрастающей на территории Республики Беларусь, содержание

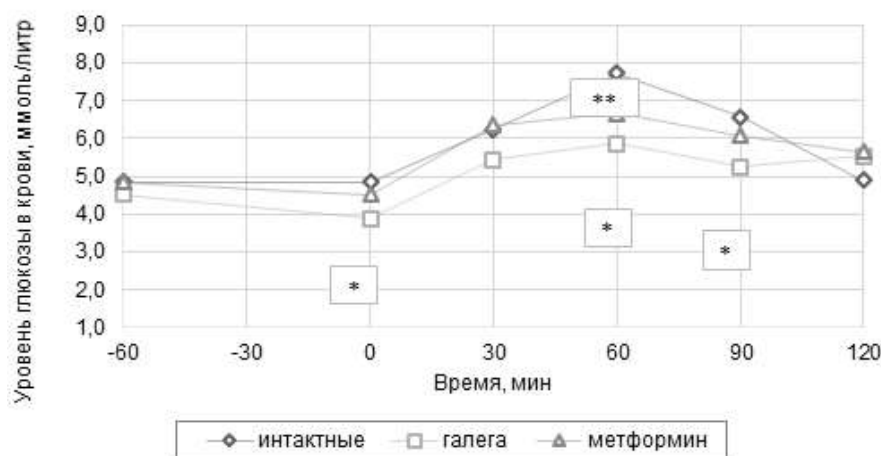


Рисунок 2 – Влияние водного извлечения из травы *Galega officinalis* L. и метформина на уровень гликемии интактных крыс после пероральной сахарной нагрузки глюкозой в дозе: 3 г/кг* – статистически значимо отличается от контроля для *Galega officinalis* L.; ** – отличия с контролем статистически значимы для метформина

алкалоидов составляет от 0,06 до 0,17%. Учитывая преимущество методики количественного определения суммы фенольных соединений в части доступности реактивов и уменьшения времени определения их в лекарственном растительном сырье, мы выбираем в качестве биологических маркеров фенольные соединения.

Заключение

1. Установлены оптимальные условия экстракции фенольных соединений из травы галеги лекарственной (*Galega officinalis* L.)

2. Разработана и валидирована по показателям линейность, сходимость, внутрिलाбораторная точность, правильность, робастность методики количественного определения фенольных соединений в траве *Galega officinalis* L.

3. Полученные экспериментальные данные подтверждают наличие антиоксидантных свойств у водных и водно-этанольных экстрактов из травы *Galega officinalis* L. Наиболее эффективным в отношении нейтрализации свободных радикалов является извлечение на основе 50% спирта этилового (ингибирование свободных радикалов – 77,7%).

4. Установлена гипогликемическая активность водного извлечения из травы *Galega officinalis* L., сопоставимая с действием референтного гипогликемического препарата – метформина.

Литература

1. Государственный реестр лекарственных средств Республики Беларусь / РУП Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении. Минск, 1998-2025. URL: <https://www.rceth.by/Refbank> (дата обращения: 19.10.2024).
2. tabletka.by : [сайт] / ООО «Таблетка Бай». Минск, 2010-2025. URL: <http://tabletka.by/> (дата обращения: 03.03.2024).
3. 103.BY : [сервис] / ООО «Артос Лаб». Минск, 2025. URL: <https://www.103.by/> (дата обращения: 20.10.2024).
4. Единый реестр свидетельств о государственной регистрации : [справочник] // Портал общих информационных ресурсов и открытых данных ЕАЭС. URL: <https://nsi.eaeunion.org/portal/1995> (дата обращения: 20.10.2024).
5. Занозина, О. В. Свободно-радикальное окисление при сахарном диабете 2-го типа: источники образования, со-

- ставляющие, патогенетические механизмы токсичности / О. В. Занозина, Н. Н. Боровков, Т. Г. Щербатюк // Современные технологии в медицине. 2010. № 3. С. 104–112.
6. Мисникова, И. В. Сахарный диабет и рак / И. В. Мисникова // Русский медицинский журнал. 2016. № 20. С. 1346–1350.
 7. Корнякова, В. В. Использование полифенолов в медицине для профилактики и лечения заболеваний / В. В. Корнякова, В. А. Муратов, К. В. Лацерус // Научное обозрение. Медицинские науки. 2024. № 2. С. 21–26. DOI: <https://doi.org/10.17513/srms.1389>
 8. Бакун, А. С. Идентификация биологически активных соединений в траве галеги лекарственной (*Galega officinalis* L.) / А. С. Бакун // Современные проблемы фармакогнозии : III Межвуз. науч.-практ. конф. с междунар. участием Самар. гос. мед. ун-та (Самара, 27 окт. 2018 г.) : сб. материалов / под ред. В. А. Куркина. Самара : СамГМУ, 2018. С. 95–99.
 9. Бакун, А. С. Определение биологически активных соединений в траве галеги лекарственной (*Galega officinalis* L.) методом тонкослойной хроматографии / А. С. Бакун, Н. С. Гурина // Новые горизонты – 2023 : сб. материалов X Белорус.-Китайс. молодеж. инновац. форума, 9-10 нояб. 2023 г. / Белорус. нац. техн. ун-т. Минск : БНТУ, 2023. Т. 1. С. 149–151.
 10. Шевчук, С. В. Антиоксидантная активность травы кипрея узколистного / С. В. Шевчук, Н. С. Гурина // Медицинский журнал. 2021. № 1. С. 116–120.
 11. Бакун, А. С. Изучение острой токсичности водных извлечений из травы галеги лекарственной / А. С. Бакун, Н. С. Гурина // БГМУ в авангарде медицинской науки и практики : рецензир. сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Белорус. гос. мед. ун-т ; редкол.: А. В. Сикорский, В. Я. Хрыщанович. Минск : БГМУ, 2019. Вып. 9. С. 362–367.
 12. Гурина, Н. С. Исследование гипогликемической активности настоя девясила цветков *Inulae helenii flores* на модели аллоксан-индуцированного сахарного диабета у крыс / Н. С. Гурина, Ж. М. Дергачева // Рецепт. 2012. № 2. С. 80–89.
 13. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals for Experimental and Other Scientific Purposes : Strasbourg, 18.03.1986 / Council of Europe. URL: <https://rm.coe.int/168007a67b> (date of access: 17.06.2025).
 14. Подачина, С. В. Постпрандиальная гликемия и сердечно-сосудистые заболевания у больных сахарным диабетом 2 типа / С. В. Подачина // Эффективная фармакотерапия. 2015. № 17. С. 24–27.
 15. Биологически активные вещества галеги лекарственной (*Galega officinalis* L.) / А. Е. Палий, И. Е. Логвиненко, Л. А. Логвиненко [и др.] // Труды Никитского ботанического сада. 2011. Т. 133. С. 152–159.
 16. Medicinal Plants *Galega officinalis* L. and *Yacon* Leaves as Potential Sources of Antidiabetic Drugs / Н. Hachkova, М. Nagalievska, Z. Soliljak [et al.] // Antioxidants (Basel). 2021 Aug. Vol. 10, № 9. P. 1362. DOI: 10.3390/antiox10091362

Поступила 28.03.2025 г.

Принята в печать 13.06.2025 г.

References

1. Centr jekspertiz i ispytanij v zdavoohranenii. The State Register of Medicines of the Republic of Belarus. Minsk, RB; 1998-2025. URL: <https://www.rceth.by/Refbank> [Accessed 19th October 2024]. (In Russ.).
2. ООО «Tabletka Bai». tabletka.by: [sait]. Minsk, RB; 2010-

2025. URL: <http://tabletka.by/> [Accessed 3th March 2024]. (In Russ.).
3. ООО «Artoks Lab». 103.BY: [servis]. Minsk, RB; 2025. URL: <https://www.103.by/> [Accessed 20th October 2024]. (In Russ.).
4. Unified Register of State Registration Certificates: [spravochnik]. V: Portal obshchikh informatsionnykh

- ресурсов і откритих даних EAE. URL: <https://nsi.eaeunion.org/portal/1995> [Accessed 20th October 2024]. (In Russ.).
5. Zanozina OV, Borovkov NN, Shcherbatyuk TG. Free radical oxidation in type 2 diabetes mellitus: sources of formation, components, pathogenetic mechanisms of toxicity. *Sovremennye Tekhnologii v Meditsine*. 2010;(3):104-112. (In Russ.).
 6. Misnikova IV. Diabetes and cancer. *Russkii Meditsinskii Zhurnal*. 2016;(20):1346-1350. (In Russ.).
 7. Korniyakova VV, Muratov VA, Latserus KV. The use of polyphenols in medicine for the prevention and treatment of diseases. *Nauchnoe Obozrenie. Meditsinskie Nauki*. 2024;(2):21-26. (In Russ.). doi: <https://doi.org/10.17513/srms.1389>
 8. Bakun AS. Identification of biologically active compounds in the herb *Galega officinalis* (*Galega officinalis* L.). V: Kurkin VA, red. *Sovremennye problemy farmakognozii: III Mezhevuz nauch-prakt konf s mezhdunar uchastiem Samar gos med un-ta* (Samara, 27 okt 2018 g): sb materialov. Samara, RF: SamGMU; 2018. P. 95-99. (In Russ.).
 9. Bakun AS, Gurina NS. Determination of biologically active compounds in the herb *Galega officinalis* (*Galega officinalis* L.) by thin-layer chromatography. V: *Belorus nats tekhn un-t. Novye gorizonty – 2023: sb materialov X Belorus-Kitais molodezh innovats foruma*, 9-10 noyab 2023 g. Minsk, RB: BNTU; 2023. T 1. P. 149-151. (In Russ.).
 10. Shevchuk SV, Gurina NS. Antioxidant activity of the narrow-leaved cypress herb. *Meditsinskii Zhurnal*. 2021;(1):116-120. (In Russ.).
 11. Bakun AS, Gurina NS. Study of acute toxicity of aqueous extracts from the herb *Galega officinalis*. V: *M-vo zdravookhraneniya Resp Belarus'*, Belarus gos med un-t; Sikorskii AV, Khryshchanovich VYa, redkol. *BGMU v avangarde meditsinskoj nauki i praktiki: retsenzir sb nauch tr*. Minsk, RB: BGMU; 2019. Vyp 9. P. 362-367. (In Russ.).
 12. Gurina NS, Dergacheva ZhM. Investigation of hypoglycemic activity of elderberry infusion of *Inulae helenii* flowers on a model of alloxan-induced diabetes mellitus in rats. *Retsept*. 2012;(2):80-89. (In Russ.).
 13. Council of Europe. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals for Experimental and Other Scientific Purposes: Strasbourg, 18.03.1986. URL: <https://rm.coe.int/168007a67b> [Accessed 17th June 2025].
 14. Podachina SV. Postprandial glycemia and cardiovascular diseases in patients with type 2 diabetes mellitus. *Effektivnaya Farmakoterapiya*. 2015;(17):24-27. (In Russ.).
 15. Paliy AE, Logvinenko IE, Logvinenko LA, Grebennikova OA, Vinogradov BA. Biologically active substances of *Galega officinalis* (*Galega officinalis* L.). *Trudy Nikitskogo Botanicheskogo Sada*. 2011;133:152-159. (In Russ.).
 16. Hachkova H, Nagalievskaya M, Soliljak Z, Kanyuka O, Kucharska AZ, Sokół-Łętowska A, et al. Medicinal Plants *Galega officinalis* L. and *Yacon* Leaves as Potential Sources of Antidiabetic Drugs. *Antioxidants* (Basel). 2021 Aug;10(9):1362. doi: 10.3390/antiox10091362

Submitted 28.03.2025

Accepted 13.06.2025

Сведения об авторах:

Бакун Анастасия Сергеевна – аспирант кафедры организации фармации с курсом повышения квалификации и переподготовки, УО «Белорусский государственный медицинский университет», e-mail: bakunanastasia1989@mail.ru.

Information about authors:

Anastasiya S. Bakun – postgraduate of the Chair of Organization of Pharmacy with the Course of the Faculty for advanced training and retraining Belarusian State Medical University, e-mail: bakunanastasia1989@mail.ru.