DOI: https://doi.org/10.22263/2312-4156.2024.3.56

Исследование антибактериальной и противогрибковой активности травы галеги лекарственной (Galega officinalis L.)

А.С. Бакун, Н.С. Гурина

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2024. – Том 23, №3. – С. 56-62.

Study of the antibacterial and antifungal activity of the Galega officinalis L. herb

A.S. Bakun, N.S. Gurina

Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2024;23(3):56-62.

Резюме.

Цель – изучить антибактериальную и противогрибковую активность извлечений из травы галеги лекарственной (Galega officinalis L.).

Материал и методы. Объектом исследования служили различные извлечения из травы галеги лекарственной (Galega officinalis L.): отвар галеги лекарственной (ГФ РБ, Том 1, 2-е издание «Настои, отвары, чаи»), а также водно-спиртовые извлечения (30%, 50%, 70%), выпаренные и разведенные водой очищенной. В качестве контроля для всех образцов выступала вода очищенная.

Антибактериальную активность исследовали методом in vitro (метод диффузии из лунок агара) на следующих культурах микроорганизмов: *Escherichia coli* (АТСС 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (АТСС 27853), *Staphylococcus aureus* (АТСС 25923). Противогрибковое действие изучали, используя тест-штаммы *Candida albicans* (АТСС 10231). Наличие антибактериальной активности определяли путем измерения диаметров задержки роста тест-бактерий (светлая зона вокруг лунки) исследуемых извлечений и контроля. Результаты обрабатывали при помощи программы STATISTICA 10.

Результаты. Наибольшую активность исследуемые образцы Galega officinalis L. проявили в отношении *Pseudomonas aeruginosa*: отвар травы галеги лекарственной и 70%-е спиртовое извлечение ингибировали рост бактерии более чем на 20 мм в сравнении с контролем (25,5±1,65 мм и 25,5±1,66 мм соответственно), 50% спиртовое извлечение – на 18,25±1,18 мм, 30% – на 10,00±0,71 мм. Рост *E. Coli* ингибировало 70% спиртовое извлечение из травы галеги лекарственной (9,5±1,04 мм). В отношении *Staphylococcus aureus* активность проявил отвар галеги лекарственной (13,25±1,37 мм), противогрибковое действие – отвар и 30% спиртовое извлечение (14,75±1,79 и 11,00±0,57 мм).

Заключение. Доказана антибактериальная и противогрибковая активность извлечений из травы галеги лекарственной.

Ключевые слова: галега лекарственная, противомикробная активность, метод диффузии в агар, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Candida albicans.

Abstract.

Objectives. To study the antibacterial and antifungal activity of extracts from the herb Galega officinalis L.

Material and methods. The object of the study was various extracts from the herb Galega officinalis L.: decoction of Galega officinalis L. (State Pharmacopoeia of the Republic of Belarus, Volume 1, 2nd edition «Infusions, decoctions, teas»), as well as aqueous-alcoholic extracts (30%, 50%, 70%), evaporated and diluted with purified water. Purified water served as the control for all samples. The antibacterial activity was studied in vitro (diffusion method from agar wells) on the following three cultures of microorganisms: *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923). The antifungal effect was studied using test strains of *Candida*

albicans (ATCC 10231). The presence of antimicrobial activity was determined by measuring the diameters of the growth inhibition of test bacteria (light zone around the well) of the studied extracts and the control. The results were processed using the STATISTICA 10 program.
Results. The studied samples of Galega officinalis L. showed the greatest activity against *Pseudomonas aeruginosa*: a decoction of the herb Galega officinalis L. and a 70% alcohol extract inhibited the growth of the bacterium by more than 20 mm compared to the control (25.5±1.65 mm and 25.5±1.66 mm, respectively), a 50% alcohol extract – by 18.25±1.18 mm, a 30% extract – by 10.00±0.71 mm. The growth of *E. Coli* was inhibited by a 70% alcoholic extract from the herb Galega officinalis L. (9.5±1.04 mm). A decoction of Galega officinalis L. displayed its activity against *Staphylococcus aureus* (13.25±1.37 mm), a decoction and a 30% alcoholic extract showed antifungal action (14.75±1.79 and 11.00±0.57 mm).
Conclusions. Thus, the antibacterial and antifungal activity of extracts from the herb Galega officinalis L. has been proved.
Keywords: Galega officinalis L., antimicrobial activity, agar diffusion method, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Candida albicans.

Введение

Одним из перспективных направлений современных исследований является поиск природных соединений, обладающих антибактериальными и противогрибковыми свойствами, которые смогут инактивировать устойчивые бактериальные штаммы или снизить их вирулентность [1]. Особое внимание привлекают лекарственные растения, механизм антимикробного действия которых до конца не изучен. Есть предположение, что антимикробный эффект наступает путем повреждения цитоплазматической мембраны клеток, ингибирования β-лактамаз, ДНК-гидразы бактерий и т.д. [2, 3].

В медицине в качестве природных антибактериальных средств широко применяются цветки календулы (Calendula officinalis L.), ромашки лекарственной (Matricaria chamomilla), листья шалфея лекарственного (Salvia officinalis), трава зверобоя продырявленного (Hypericum perforatum) и др. Однако с течением времени возникает устойчивость к противомикробным препаратам: бактерии, грибковые инфекции теряют восприимчивость, затрудняя лечение инфекций и повышая риск распространения. Расширение перечня лекарственного растительного сырья, обладающего антибактериальным и противогрибковым действием, является важным и актуальным направлением современной фитотерапии.

Цель исследования – изучить антибактериальную и противогрибковую активность извлечений из надземной части галеги лекарственной (Galega officinalis L.). Галега лекарственная (Козлятник лекарственный) – многолетнее травянистое растение семейства Бобовых (Fabaceae). Данное растение обладает разнообразным химическим составом (флавоноиды, гидроксикоричные кислоты, сапонины и т.д.). В народной медицине Козлятник лекарственный известен как гипогликемическое, лактогонное, антигельминтное средство [4]. Трава галеги лекарственной не включена в зарубежные фармакопеи и фармакопею Республики Беларусь, что делает данное лекарственное растительное сырье перспективным объектом для изучения.

Материал и методы

В качестве объектов исследования выступали различные извлечения из травы галеги лекарственной (Galega officinalis L.). Лекарственное растительное сырье было заготовлено в Витебской области летом 2022 года.

Исследуемые извлечения:

извлечение 1 – отвар из травы галеги лекарственной, изготовленный в соответствии с требованиями Государственной Фармакопеи Республики Беларусь (Том 1, 2-е издание «Настои, отвары, чаи»);

извлечение 2 – 30% водно-спиртовое извлечение травы галеги лекарственной: точную навеску сырья 0,1 г травы галеги лекарственной отвешивали в круглодонную колбу с муфтой для конического шлифового соединения. В качестве экстрагента использовали 10 мл 30% спирта этилового. После экстрагирования на кипящей водяной бане с обратным холодильником полученное извлечение фильтровали, отгоняли спирт этиловый и доводили водой очищенной до первона-

чального объема;

извлечение 3 – 50% водно-спиртовое извлечение из травы галеги лекарственной;

извлечение 4 – 70% водно-спиртовое извлечение из травы галеги лекарственной.

Исследование антибактериальной активности осуществляли на следующих культурах микроорганизмов: *Staphylococcus aureus* (АТСС 25923), *Pseudomonas aeruginosa* (АТСС 27853), *Escherichia coli* (АТСС 25922). Противогрибковое действие изучали на культуре тест-штаммов *Candida albicans* (АТСС 10231).

Анализ существующих методик установления антибактериальной и противогрибковой активности (диффузионные методы, методы разведений, тонкослойная хроматография ((ТСХ)-биоаутография) и др.) показал, что для растительных экстрактов чаще всего данный вид фармакологической активности определяют при помощи метода диффузии в агар [3, 5, 6].

Определение противомикробного действия извлечений из травы козлятника лекарственного методом диффузии из лунок агара включало следующие этапы:

1 этап. Приготовление питательной среды (агара): для определения противогрибковой активности в отношении Candida albicans использовали Агар Сабуро. Для остальных микроорганизмов (*Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus*) – ГРМ Агар. Приготовление сред производили в соответствии с клиническими рекомендациями «Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам» [7].

2 этап. Чистые культуры микроорганизмов выращивали на скошенном мясо-пептонном агаре в течение 24 часов при температуре 37°С.

3 этап. Приготовление бактериальных суспензий в стерильном 0,9% растворе хлорида натрия: культуральную среду вносили в стерильные флаконы с натрия хлоридом с помощью бактериологической петли и доводили плотность бактериальной суспензии до 0,5 в соответствии со стандартом мутности МакФарланда [7]. В асептических условиях производили инокуляцию на агар по 1 мл бактериальной суспензии и распределяли её по всей поверхности чашки Петри.

4 этап. Инкубация чашек Петри с инокулятом в течение 10 минут. При необходимости избыток культуры сливали в дезраствор.

5 этап. Получение 5 отверстий (лунок) при помощи наконечника.

6 этап. Внесение в лунки исследуемых извлечений (объем 20 мкл); в лунку контроля – 20 мкл растворителя.

7 этап. Инкубация: чашки Петри помещали в термостат на 24 часа при температуре 36±1ºС.

Все этапы эксперимента проводили в асептических условиях.

После инкубации чашек Петри в термостате антимикробную и противогрибковую активность определяли путем измерения диаметров задержки роста тест-бактерий (светлая зона вокруг лунки) исследуемых извлечений и контроля. Для всех извлечений контролем выступала вода очищенная: при изготовлении водно-спиртовых экстрактов из травы галеги лекарственной спирт этиловый выпаривали для исключения бактерицидного действия экстрагента. Зоны угнетения роста измеряли при помощи линейки с точностью до 1мм. Полученные данные обрабатывались в программе STATISTICA 10.

Результаты

Установлено, что все извлечения из травы козлятника лекарственного обладают противомикробной активностью (рис. 1). Во всех лунках контроля, в качестве которого выступала вода очищенная, наблюдался сплошной рост исследуемых микроорганизмов (диаметр ингибирования роста был равен 0).

Наибольшую активность исследуемые образцы Galega officinalis L. проявили в отношении Pseudomonas aeruginosa. Это грамотрицательная, аэробная неспорообразующая бактерия, которая относится к условно-патогенным микроорганизмам и может стать причиной различных инфекций, в том числе нозокомиальных (пневмония, поражения мочеполовой системы, хирургические инфекции). Данный вид бактерий обладает повышенной устойчивостью к антибиотикам и зачастую требует применения препаратов резерва [8, 9]. Отвар травы галеги лекарственной и 70%-е спиртовое извлечение проявили высокий уровень антибактериальной активности при воздействии на *Pseudomonas aeruginosa* – диаметр ингибирования роста штамма составил более 20 мм в сравнении с контролем. 50% спиртовое извлечение также задерживало рост бактерии, однако уступало по своей активности извлечению 1 и 4 (диаметр задержки роста составил 18,25±1,18 мм), что имеет статистически значимую разницу (p=0,0119). Диаметр зоны ингибирования роста

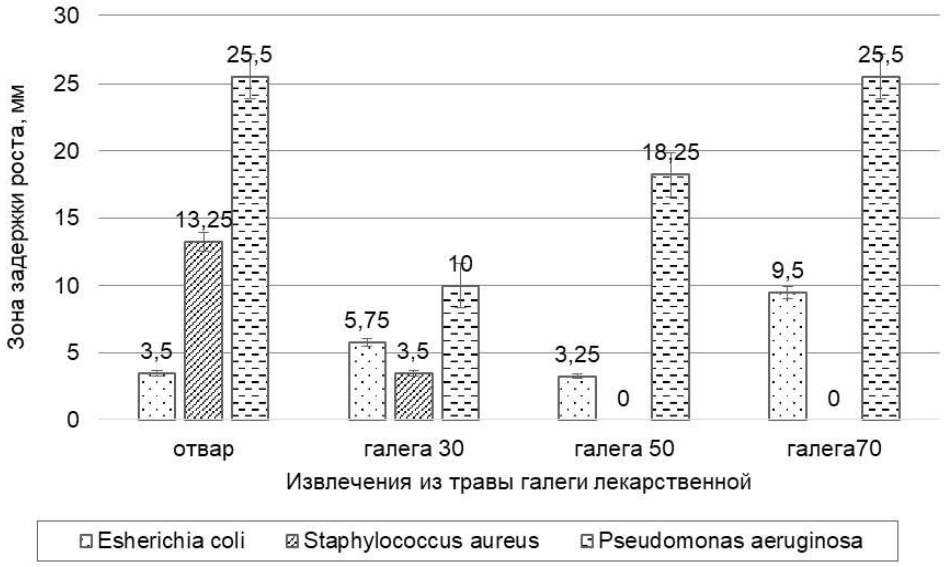


Рисунок 1 – Зоны (диаметры) ингибирования роста бактерий при воздействии извлечений из травы галеги лекарственной

синегнойной палочки при воздействии 30% спиртовым извлечением составил 10,00±0,71 мм.

Кишечная палочка (*Escherichia coli (E. coli)*) – распространенный возбудитель (грамотрицательная бактерия) диарейных заболеваний, а также внекишечных инфекций (цистит, пневмонии и др.). Вирулентность данного возбудителя обеспечивает способность *E. coli* не реагировать на иммунный ответ организма и развивать устойчивость к обычным антибиотикам [9]. Как видно на рисунке 1, 70% спиртовое извлечение из травы галеги лекарственной ингибирует рост *Esherichia Coli* (9,5±1,04 мм), другие извлечения оказывают минимальное воздействие.

Золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*) – анаэробная, грамположительная бактерия, комменсальный возбудитель, присутствующий на коже, ноздрях и слизистых оболочках. Достаточно часто выделяется в культурах инфекций кожи и мягких тканей, может вызывать пневмонию, поражать сердечный клапан [11]. Золотистый стафилококк устойчив к лечению некоторыми антибиотиками. Отвар травы галеги лекарственной проявил антимикробную активность в отношении *Staphylococcus aureus* (13,25±1,37 мм). С увеличением концентрации спирта активность водно-спиртовых извлечений из травы галеги лекарственной в отношении стафилококка уменьшается, а для 50%(об/об) и 70% (об/об) – отсутствует.

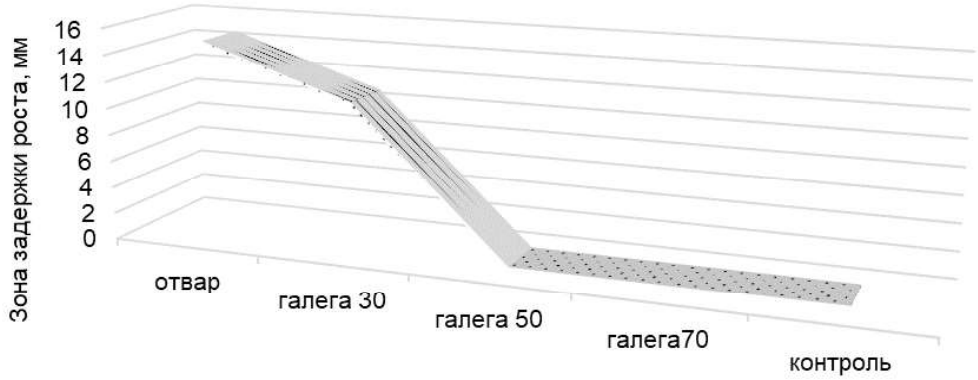
Candida albicans – распространенный комменсальный гриб, колонизирующий ротоглоточную полость, желудочно-кишечный и вагинальный тракт, а также кожу здоровых людей. У 50% населения *C. albicans* входит в состав нормальной флоры микробиоты. Клиническая картина при поражении Candida проявляется от локализованных поверхностных слизисто-кожных нарушений до инвазивных заболеваний, затрагивающих несколько систем органов и представляющих угрозу для жизни [12, 13].

В соответствии с рисунком 2 противогрибковой активностью обладают два вида извлечений из травы галеги лекарственной – отвар, диаметр задержки роста в 4 параллельных измерениях составил 14,75±1,79 мм; а также 30 % спиртовое извлечение, которое ингибировало рост грибковой инфекции на 11,00±0,57 мм.

При сравнении диаметров зон задержки роста *Candida albicans* у отвара и 30 % извлечения было выявлено, что достоверно значимых отличий нет (p=0,094). В извлечениях, полученных экстракцией 50% и 70% спиртами, противогрибковая активность отсутствует.

Обсуждение

Галега лекарственная — лекарственное растение, которое широко применяется в народной медицине в качестве гипогликемического, лактогонного средства, однако лекарственное растительное сырье не признано официально, так как в нормативных документах отсутствуют доказан-



	отвар	галега 30	галега 50	галега70	контроль
диаметр, мм	14,75	11	0	0	0

Извлечения из травы галеги лекарственной

Рисунок 2 – Зоны задержки роста грибов *Candida albicans* при воздействии различных извлечений из травы галеги лекарственной

ные критерии стандартизации [14]. При этом растение хорошо культивируется: разработана технология плантационного возделывания Galega officinalis L. в ботаническом саду учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет» в деревне Новое поле Минской области, что является подтверждением возможности создания ресурсной базы для производства лекарственных средств из травы галеги лекарственной в промышленном масштабе.

При изучении различных извлечений из травы галеги лекарственной было установлено, что антибактериальная активность отвара Galega officinalis L. уменьшается в следующем вариационном ряду: *Pseudomonas aeruginosa* > *Staphylococcus aureus* > *Escherichia coli*.

Выявлена зависимость степени противомикробной активности в отношении *Pseudomonas aeruginosa* от природы экстрагента: отвар =70% водно-спиртовое извлечение из травы галеги лекарственной >50% водно-спиртовое извлечение из травы галеги лекарственной >30% водно-спиртовое извлечение из травы галеги лекарственной.

На Staphylococcus aureus действие оказывает водное извлечение из травы галеги лекарственной в виде отвара. Спиртовые извлечения рост бактерии не ингибировали. Против *E. coli* антибактериальную активность имеет 70% спиртовое извлечение галеги.

Рост *Candida albicans* ингибировали отвар и 30% спиртовое извлечение из травы галеги лекарственной, что позволяет рассматривать Galega officinalis L. в качестве перспективного источника лекарственного растительного сырья с фунгицидной активностью.

Химический состав описанных извлечений из травы галеги лекарственной был изучен и опубликован ранее [4, 14-16]. Антибактериальная и противогрибковая активность травы галеги лекарственной может быть обусловлена высоким содержанием фенольных соединений, в том числе флавоноидов, гидроксикоричных кислот и дубильных веществ. В литературе описаны результаты исследований, которые свидетельствуют о наличии антимикробной и противогрибковой активности у биологически активных соединений данной группы [2, 3]. Необходимо отметить, что дубильные вещества являются гидрофильными соединениями, которые экстрагируются водой и связываются с белками различной природы. В клеточной стенке грамположительных бактерий содержится большое количество пептидогликана, с которым дубильные вещества образуют комплекс и нарушают целостность клеточной стенки бактерии, оказывая противомикробное действие. Возможно, по этой причине отвар из травы Galega officinalis L. проявил активность в отношении *Staphylococcus aureus*.

Заключение

1. Доказано наличие антибактериальной и противогрибковой активности извлечений из травы Galega officinalis L.

2. Все извлечения из травы Galega officinalis L. обладают антибактериальным действием в отношении Pseudomonas aeruginosa.

3. Для отвара и 30% спиртового извлечения из травы Galega officinalis L. установлена противогрибковая активность в отношении *Candida albicans*.

4. Отвар из травы Galega officinalis L. подавляет рост *Staphylococcus aureus*, 70% водно-спиртовой экстракт ингибирует рост *Escherichia coli*.

Благодарность *зав. лабораторией внутрибольничных инфекций учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», к.б.н. Циркуновой Ж.Ф. за оказанную поддержку при проведении исследования.*

Acknowledgments. *The authors express their gratitude to the head of the Laboratory of Nosocomial Infections of the educational establishment "Belarusian State Medical University", Candidate of Biological Sciences Zh.F. Tsirkunova for the provided support when conducting research.*

Литература

1. In-vitro anti-bacterial activity of medicinal plants against Urinary Tract Infection (UTI) causing bacteria along with their synergistic effects with commercially available antibiotics / M. Acharjee [et al.] // New Microbes New Infect. 2023 Dec. Vol. 51. Art. 101076.
2. Солёнова, Е. А. Флавоноиды. Перспективы применения в антимикробной терапии / Е. А.Солёнова, Л. Н. Величковская // Acta Medica Eurasica. 2017. № 3. С. 50–54.
3. Towards Advances in Medicinal Plant Antimicrobial Activity: A Review Study on Challenges and Future Perspectives / N. Vaou [et al.] // Microorganisms. 2021 Sep. Vol. 9, N 10. P. 2041.
4. Бакун, А. С. Фитохимический анализ травы Галеги лекарственной = Phytochemical analysis Galega of ficinalis herb / А. С. Бакун, И. С. Турина // БГМУ в авангарде медицинской науки и практики : сб. рецензир. науч. работ / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Бел. гос. мед. ун-т ; редкол.: А. В. Сикорский, О. К. Доронина. Минск, 2017. Вып. 7. С. 224–227.
5. Адамович, Т. Г. Методы изучения антимикробной активности антибиотиков и антисептиков in vitro / Т. Г. Адамович, И. А. Гаврилова, Е. Ю. Кирильчик // Современные технологии в медицинском образовании : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Белорус. гос. мед. ун-та, Минск, 01-05 нояб. 2021 г. Минск : БГМУ, 2021. С. 1540–1544.
6. Balouiri, M. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review / M. Balouiri, M. Sadiki, S. K. Ibnsouda // J. Pharm. Anal. 2016 Apr. Vol. 6, N 2. P. 71–79.
7. Рекомендации «Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам» [Электронный ресурс] : версия 2021-01. Режим доступа: https://www.antibiotic.ru/files/321/clrec-dsma2021.pdf. Дата доступа: 20.06.2024.
8. Pathogenesis of the Pseudomonas aeruginosa Biofilm: A Review / F. F. Tuon [et al.] // Pathogens. 2022 Feb. Vol. 11, N 3. P. 300.
9. Pseudomonas aeruginosa: патогенность, патогенез и патология / А. В. Лазарева [и др.] // Клин. микробиология и антибактериал. химиотерапия. 2015. Т. 17, № 3. С. 170–186.
10. Mueller, M. Escherichia coli Infection / M. Mueller, C. R. Tainter // StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL) : StatPearls Publishing, 2024. Mode of access: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33231968/. Date of access: 20.06.2024.
11. Virtual Screening of Secondary Metabolites of Fungi to Combat Anti-Microbial Resistance of Superbug MRSA (Methicillin-Resistant Staphylococcus Aureus) / T. Bhatt [et al.] // 2023 IEEE 11th Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC). Rajkot, India, 2023. P. 1156–1159.
12. Candida albicans- The Virulence Factors and Clinical Manifestations of Infection / J. Talapko [et al.] // J. Fungi (Basel). 2021 Jan. Vol. 7, N 2. P. 79.
13. Candida Infections and Therapeutic Strategies: Mechanisms of Action for Traditional and Alternative Agents / G. C. de Oliveira Santos [et al.] // Front. Microbiol. 2018 Jul. Vol. 9. P. 1351.
14. Бакун, А. С. Изучение элементного состава травы галеги лекарственной (Galegaofficinalisl.) / А. С. Бакун, Н. С. Гурина, В. М. Царенков // Вопр. биол., мед. и фармацевт. химии. 2020. Т. 23, № 6. С. 16–21. doi: 10.29296/25877313-2020-06-03
15. Бакун, А. С. Идентификация биологически активных соединений в траве галеги лекарственной (Galegaofficinalis L.) / А. С. Бакун // Современные проблемы фармакогнозии : материалы межвуз. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию Самар. гос. мед. ун-та / Самар. гос. мед. ун-т. Самара : СамГМУ, 2018. С. 95–99.
16. Бакун, А. С. Определение биологически активных соединений в траве галеги лекарственной (Galegaofficinalis 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.

Поступила 15.05.2024 г.
Принята в печать 14.06.2024 г.

References

1. Acharjee M, Zerin N, Ishma T, Mahmud MR. In-vitro anti-bacterial activity of medicinal plants against Urinary Tract Infection (UTI) causing bacteria along with their synergistic effects with commercially available antibiotics. New Microbes New Infect. 2022 Dec:51:101076. doi: 10.1016/j.nmni.2022.101076
2. Solenova EA, Velichkovskaya LN. Flavonoids. Prospects of application in antimicrobial therapy. Acta Medica Eurasica. 2017;(3):50-4. (In Russ.)
3. Vaou N, Stavropoulou E, Voidarou C, Tsigalou C, Bezirtzoglou E. Towards Advances in Medicinal Plant Antimicrobial Activity: A Review Study on Challenges and Future Perspectives. Microorganisms. 2021 Sep;9(10):2041. doi: 10.3390/microorganisms9102041
4. Bakun AS, Turina IS. Phytochemical analysis Galega of ficinalis herb. V: M-vo zdravookhraneniya Resp Belarus', Bel gos med un-t; Sikorskii AV, Doronina OK, redkol. BGMU v avangarde meditsinskoi nauki i praktiki: sb retsenzir nauch rabot. Minsk, RB; 2017. Vyp 7. P. 224-7. (In Russ.)
5. Adamovich TG, Gavrilova IA, Kirilchik EYu. Methods of studying the antimicrobial activity of antibiotics and antiseptics in vitro. V: Sovremennye tekhnologii v meditsinskom obrazovanii: materialy mezhdunar nauch-prakt konf, posvyashch 100-letiyu Belorus gos med un-ta, Minsk, 01-05 noyab 2021 g. Minsk, RB: BGMU; 2021. P. 1540-4. (In Russ.)
6. Balouiri M, Sadiki M, Ibnsouda SK. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. J Pharm Anal. 2016 Apr;6(2):71-79. doi: 10.1016/j.jpha.2015.11.005
7. Recommendations "Determination of sensitivity of microorganisms to antimicrobial agents" [Internet]: versiya 2021-01. Available from: https://www.antibiotic.ru/files/321/clrec-dsma2021.pdf. [Accessed 20th June 2024]. (In Russ.)
8. Tuon FF, Dantas LR, Suss PH, Ribeiro VST. Pathogenesis of the Pseudomonas aeruginosa Biofilm: A Review. Pathogens. 2022 Feb;11(3):300. doi: 10.3390/pathogens11030300
9. Lazareva AV, Chebotar IV, Kryzhanovskaya OA, Chebotar VI, Mayanskiy NA. Pseudomonas aeruginosa: pathogenicity, pathogenesis and pathology. Klin Mikrobiologiya Antibakterial Khimioterapiya. 2015;17(3):170-86. (In Russ.)
10. Mueller M, Tainter CR. Escherichia coli Infection. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33231968/. [Accessed 20th June 2024].
11. Bhatt T, Gohil B, Joshi P, Pandya M. Virtual Screening of Secondary Metabolites of Fungi to Combat Anti-Microbial Resistance of Superbug MRSA (Methicillin-Resistant Staphylococcus Aureus). In: 2023 IEEE 11th Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC). Rajkot, India; 2023. P. 1156-9.
12. Talapko J, Juzbašić M, Matijević T, Pustijanac E, Bekić S, Kotris I, et al. Candida albicans- The Virulence Factors and Clinical Manifestations of Infection. J Fungi (Basel). 2021 Jan;7(2):79. doi: 10.3390/jof7020079
13. de Oliveira Santos GC, Vasconcelos CC, Lopes AJO, de Sousa Cartágenes MS, Filho AKDB, do Nascimento FRF, et al. Candida Infections and Therapeutic Strategies: Mechanisms of Action for Traditional and Alternative Agents. Front Microbiol. 2018 Jul:9:1351. doi: 10.3389/fmicb.2018.01351
14. Bakun AS, Gurina NS, Tsarenkov VM. Study of the elemental composition of the herb Galega medicinalis (Galegaofficinalisl.). Vopr Biol Med Farmatsevt Khimii. 2020;23(6):16-21. (In Russ.). doi: 10.29296/25877313-2020-06-03
15. Bakun AS. Identification of biologically active compounds in the herb Galega medicinalis (Galegaofficinalis L.). V: Samar gos med un-t. Sovremennye problemy farmakognozii: materialy mezhvuz nauch-prakt konf s mezhdunar uchastiem, posvyashch 100-letiyu Samar gos med un-ta. Samara, RF: SamGMU; 2018. P. 95-9. (In Russ.)
16. Bakun AS, Gurina NS. Determination of biologically active compounds in the herb Galega medicinalis (Galegaofficinalis l.) by thin-layer chromatography method. 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. 149-51. (In Russ.)

Submitted 15.05.2024
Accepted 14.06.2024

Сведения об авторах:
А.С. Бакун – аспирант кафедры организации фармации, Белорусский государственный медицинский университет, e-mail: bakunanastasia1989@mail.ru – Бакун Анастасия Сергеевна;
Н.С. Гурина – д.б.н., профессор, декан фармацевтического факультета, Белорусский государственный медицинский университет.

Information about authors:
A.S. Bakun – postgraduate of the Chair of Organization of Pharmacy, Belarusian State Medical University,
e-mail: bakunanastasia1989@mail.ru – Anastasiya S. Bakun;
N.S. Gurina – Doctor of Biological Sciences, professor, dean of the pharmaceutical faculty, Belarusian State Medical University.