

Ивановская, С. В. Терентьева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 5 (143) – С. 1–8.

11. Применение адаптогенов в комплексной терапии предменструального синдрома / О. А. Мубаракшина, М. Н. Сомова, Ю. М. Дронова [и др.] // Фарматека. – 2015. – № 12. – С. 54–57.

12. Применение теста «принудительное плавание» при проведении доклинических исследований / М. А. Ковалёва, М. Н. Макарова, В. Г. Макаров [и др.] // Международный вестник ветеринарии. – 2015. – № 4. – С. 90–95.

13. Стасюк, О. Н. Сравнительный анализ влияния ноотропов а адаптогенов на выработку условной реакции при гипоксии / О. Н. Стасюк, Е. В. Альфонсова, Л. А. Забродина // Современные проблемы науки и образования (сетевое издание). – 2012. – Выпуск 5. URL <https://science-education.ru/article/view?id=6941> (дата обращения 27.05.2025 г.)

14. Ханд, К. Характеристика воздействия растительных адаптогенов на поведенческие реакции млекопитающих с различными психотипами / К. Ханд, В. П. Сапрыкин // Евразийское научное объединение. – 2021. – № 3–2 (73). – С. 118–123.

15. Шабанов, П. Д. Адаптогены и антигипоксанты / П. Д. Шабанов // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. – 2003. – №3. – С. 50–80.

ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ СУММЫ ТРИТЕРПЕНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ *PIPTOPORUS BETULINUS*

Горбацевич Г. И.¹, Мушкина О. В.¹, Ромейко Д. В.², Бобрик Д. Е.²

¹Белорусский государственный медицинский университет»,

г. Минск, Республика Беларусь

Национальный детский технопарк,

г. Минск, Республика Беларусь

Hleb.harbatsevich@gmail.com

Аннотация. В работе представлены результаты исследования противовоспалительной активности тритерпеновых соединений, выделенных из плодовых тел трутовика берёзового (*Piptoporus betulinus*). Воспаление моделировали на крысах линии Wistar с использованием каррагинан-индуцированного отёка лапы. Показано, что при двукратном введении в дозе 500 мг/кг сумма тритерпенов *P. betulinus* статистически значимо снижает уровень отёка, проявляя эффект, сопоставимый с действием ацетилсалициловой кислоты ($p > 0,05$). Полученные данные подтверждают перспективность трутовика берёзового как источника природных противовоспалительных средств.

Ключевые слова: *Piptoporus betulinus*, тритерпеновые соединения, противовоспалительная активность.

ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY OF THE TOTAL TRITERPENOID COMPOUNDS FROM *PIPTOPORUS BETULINUS*

Harbatsevich H. I.¹, Mushkina O. V.¹, Romejko D. V.², Bobrik D. E.²

¹*Belarusian State Medical University,
Minsk, Republic of Belarus*

²*National Children's Technopark,
Minsk, Republic of Belarus*

Hleb.harbatsevich@gmail.com

Abstract. This paper presents the results of a study on the anti-inflammatory activity of triterpene compounds isolated from the fruiting bodies of the birch polypore (*Piptoporus betulinus*). Inflammation was modeled in Wistar rats using carrageenan-induced paw edema. It was shown that, when administered twice at a dose of 500 mg/kg, the sum of *P. betulinus* triterpenes statistically significantly reduced edema, exhibiting an effect comparable to that of acetylsalicylic acid ($p > 0.05$). These data confirm the potential of *P. betulinus* as a source of natural anti-inflammatory agents.

Keywords: *Piptoporus betulinus*, triterpenoids compounds, anti-inflammatory activity.

Воспаление является универсальным патологическим процессом, возникающим в ответ на повреждение тканей различной природы и сопровождающимся комплексом сосудистых, клеточных и биохимических реакций. Несмотря на его изначально защитную роль, избыточное или хроническое воспаление становится основой патогенеза широкого круга заболеваний, включая ревматоидный артрит, атеросклероз, воспалительные заболевания кишечника, бронхиальную астму, хроническую обструктивную болезнь лёгких, а также нейродегенеративные патологии, такие как болезнь Альцгеймера и болезнь Паркинсона [7, 8]. Кроме того, участие воспалительных механизмов подтверждается в онкологической практике при развитии и прогрессировании опухолей [5].

Современная фармакотерапия воспалительных процессов базируется преимущественно на использовании нестероидных противовоспалительных средств (НПВС), глюкокортикостероидов и биологических препаратов. НПВС, подавляющие активность циклооксигеназы и тем самым снижающие синтез простагландинов, эффективны при острой боли и воспалении, однако обладают серьёзными побочными эффектами, включая гастротоксичность, нефротоксичность и риск желудочно-кишечных кровотечений [9]. Глюкокортикостероиды демонстрируют выраженную противовоспалительную активность, но их длительное применение сопровождается развитием стероидного диабета, остеопороза, синдрома Кушинга и иммунодепрессии [1]. Биологические препараты, в частности моноклональные антитела к фактору ФНО- α или интерлейкинам, открыли новые возможности в терапии хронических воспалительных заболеваний, однако они дорогостоящи и могут провоцировать развитие тяжёлых инфекционных осложнений [4].

На этом фоне усиливается интерес к природным соединениям с противовоспалительным действием, обладающим многофакторным механизмом и более благоприятным профилем безопасности. Особое место среди них занимают тритерпеноиды грибов, которые способны ингибировать активность провоспалительных медиаторов, блокировать активацию транскрипционного фактора NF- κ B, снижать уровень активных форм кислорода и стабилизировать клеточные мембраны [6]. Одним из богатейших источников этих соединений является берёзовый трутовик (*Piptoporus betulinus*). В его плодовых телах идентифицированы такие биологически активные тритерпеноиды, как лупеол, бетулиновая кислота, эргостерол и полипореновые и пиптолиновые кислоты, проявляющие противовоспалительное действие [10].

В качестве исходного материала для исследования использовали плодовые тела *P. betulinus*, собранные в Минской области в период с августа по ноябрь 2024 года. Сырьё сушили воздушно-теневым способом. Суммарный экстракт тритерпеноидов получали перколяцией с использованием 95% этанола, а для выделения суммы тритерпеновых соединений использовали циркуляционную экстракцию хлороформом. Противовоспалительную активность продуктов изучали на крысах линии Wistar массой 250-300 г в возрасте 3-4 месяцев, который является оптимальным периодом физиологической зрелости животных для воспроизведения воспалительных моделей. Все исследования осуществлялись в соответствии с международными и национальными нормами биоэтики, включая Европейскую конвенцию по защите позвоночных животных, что подтверждено разрешением Комитета по биоэтике УО «БГМУ» (протокол № 3 от 30.11.2024).

Воспаление моделировали введением 0,1 мл 1% раствора λ -каррагинана под плантарный апоневроз правой задней лапы крысы, тогда как в левую лапу вводили физиологический раствор в том же объёме. Животные были разделены на четыре группы по шесть особей: первая группа получала сумму тритерпеноидов *P. betulinus* в дозе 500 мг/кг, вторая – суммарный этанольный экстракт гриба в дозе 500 мг/кг, третья – ацетилсалициловую кислоту в дозе 200 мг/кг, а четвёртая являлась контрольной и получала воду. Величину отёка лапы измеряли онкометрически в течение 6 часов после индукции воспаления. Статистическую обработку данных проводили в программе IBM SPSS Statistics 27, уровень отека между группами сравнивали с использованием критерия Краскела-Уоллиса.

Полученные результаты отражены на рисунке, который демонстрирует динамику развития отёка. В контрольной группе наблюдалось значительное нарастание воспаления, достигавшее максимальных значений к 3-6 часам (до 78-83 %). Ацетилсалициловая кислота значительно снижала уровень отёка, начиная с 2-го часа эксперимента ($p < 0,05$), что подтверждает корректность выбранной модели. Наиболее выраженный противовоспалительный эффект проявила фракция тритерпеноидов *P. betulinus*, где уровень отёка составил лишь 23–35 % со 2-го часа наблюдения, что значительно ($p < 0,05$) ниже контроля. Отметим, что этанольный экстракт демонстрировал гораздо менее выраженную активность,

значимо не отличающуюся от контроля. Таким образом, сумма тритерпеновых соединений играет ключевую роль в формировании биологического эффекта экстрактов *P. betulinus*. Эти данные согласуются с литературными сведениями о высокой активности бетулиновой кислоты, лупеола и других родственных соединений, выделенных из трутовых грибов [2, 3].

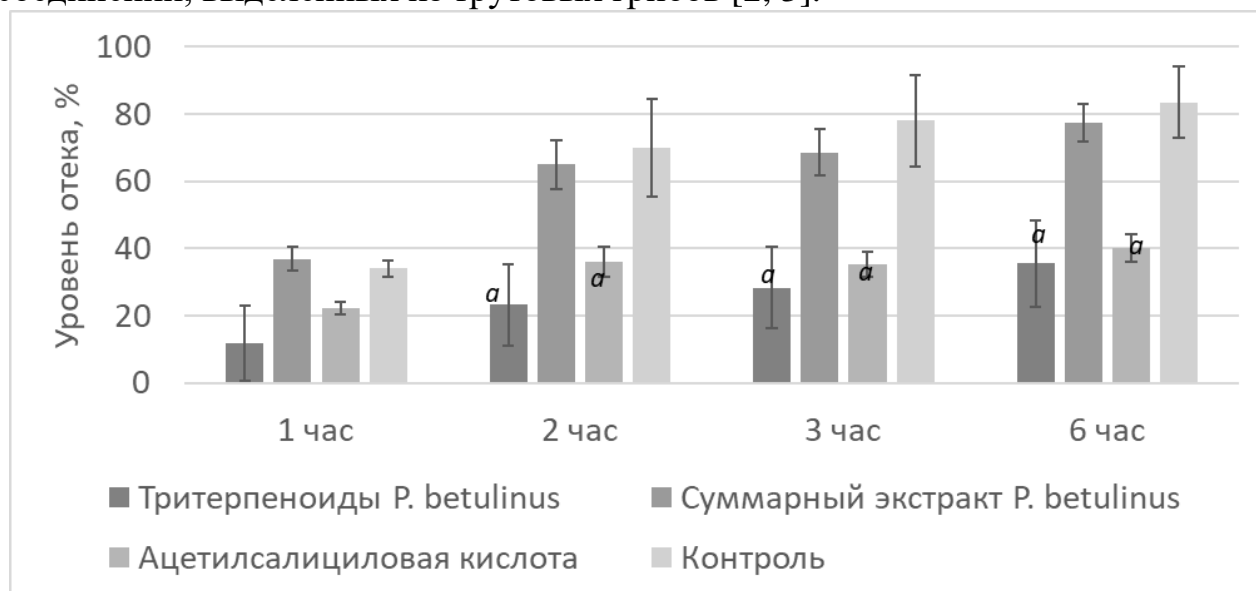


Рис. Динамика развития отека у крыс после субплантарного введения 1% раствора λ -каррагинана (*a* – статистически значимые различия с контролем)

Результаты эксперимента позволяют заключить, что тритерпеновые соединения *P. betulinus* обладают выраженной противовоспалительной активностью, сопоставимой с действием ацетилсалициловой кислоты ($p > 0,05$, рис.), что подтверждает перспективность использования этого грибного сырья в качестве источника новых природных противовоспалительных средств.

Литература

1. Barnes, P. J. Corticosteroids: the drugs to beat / P. J. Barnes // European Journal of Pharmacology. – 2006. – Vol. 533, № 1-3. – P. 2–14.
2. Bioactive Triterpenes from the Fungus *Piptoporus betulinus* / Z. Alresly, U. Lindequist, M. Lalk [et al.] // Records of Natural Products. – 2015. – V.10. – P. 103–108.
3. European medicinal polypores – a modern view on traditional uses / U. Grienke, M. Zöll, U. Peintner [et al.] // Journal of Ethnopharmacology. – 2014. – V. 154, № 3. – P. 564–583.
4. Findeisen, K. E. Biological therapies for rheumatoid arthritis / K. E. Findeisen, J. Sewell, A. J. K. Ostor // Biologics. – 2021. – V. 15. – P. 343–352.
5. Greten, F. R. Inflammation and cancer: triggers, mechanisms, and consequences / F. R. Greten, S. I. Grivennikov // Immunity. – 2019. – V. 51, № 1. – P. 27–41.

6. Huang, M. T. Inflammatory processes and natural products / M. T. Huang, G. Ghai, C. T. Ho // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2004. – V. 52, № 26. – P. 7531–7540.
7. Medzhitov, R. Origin and physiological roles of inflammation / R. Medzhitov // *Nature*. – 2008. – V. 454, № 7203. – P. 428–435.
8. Nathan, C. Nonresolving inflammation / C. Nathan, A. Ding // *Cell*. – 2010. – V. 140, № 6. – P. 871–882.
9. Vane, J. R. Mechanism of action of anti-inflammatory drugs / J. R. Vane, R. M. Botting // *International Journal of Tissue Reactions*. – 1998. – V. 20, № 1. – P. 3–15.
10. Wasser, S. P. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides / S. P. Wasser // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2002. – V. 60, № 3. – P. 258–274.

АФФИНОСТЬ ПРОИЗВОДНЫХ СПИРОНОЛАКТОНА К ГЛЮКОКОРТИКОИДНЫМ РЕЦЕПТОРАМ У ПАЦИЕНТОВ С АЛКОГОЛЬНОЙ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТЬЮ

Краецкая О. Ф.

*Белорусский государственный медицинский университет,
г. Минск, Беларусь*

к

о

Аннотация. В работе изучены *in silico* спиронолактон и его производные в качестве агонистов глюкокортикоидного рецептора (ГР). Данные молекулярного докинга подтверждают возможность связывания спиронолактона и его производных с глюкокортикоидным рецептором (G_i спиронолактона = -7,29 ккал/моль). Также было определено, что наименьшим значением свободной энергии связывания с ГР-рецептором аналогично кортизолу, обладает производное спиронолактона, содержащее атомы фтора, энергия связывания которого (G_i = -10,95 ккал/моль) соизмерима со значениями, характерными для кортизола (G_i = -11,10 ккал/моль). Из полученных данных можно сделать вывод, что спиронолактон и новое смоделированное на его основе производное могут рассматриваться как возможные препараты для лечения расстройств, вызванных употреблением алкоголя (AUD).

Ключевые слова: спиронолактон, кортизол, глюкокортикоидный рецептор, генетическая алкогольная предрасположенность (AUD), молекулярный докинг.

AFFINITY OF SPIRONOLACTONE DERIVATIVES TO GLUCOCORTICOID RECEPTORS IN PATIENTS WITH A GENETIC ALCOHOL PREDISPOSITION

Kraetskaya O.F.

Belarusian State Medical University,

Minsk, Belarus

kot-oksi@yandex.ru