

# НЕЙРОПРОТЕКТОРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ВОДНЫХ И ВОДНО-СПИРТОВЫХ ЭКСТРАКТОВ БЕРЕЗОВОГО ГРИБА ЧАГИ (*INONOTUS OBLIQUUS*)

Надольник Л. И.<sup>1</sup>, Бордок И. В.<sup>2</sup>, Полубок В. Ч.<sup>1</sup>, Марчик А. И.<sup>1</sup>,  
Кузьмицкая И. А.<sup>1</sup>, Бородина Т. А.<sup>1</sup>, Туманов А. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси  
Гродно, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Институт леса Национальной академии наук Беларуси  
Гомель, Республика Беларусь

**Актуальность.** Березовый гриб (*Inonotus obliquus*) – один из немногих базидиальных грибов, который внесен в фармакопею Республики Беларусь и произрастает в нашей стране. Хорошо известно, что трутовик скошенный давно применяется в народной медицине как обезболивающее, противовоспалительное средство, а также средство для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта, диабета, облегчения состояния пациентов с онкологическими заболеваниями. В последние несколько лет интерес к чаге значительно вырос, поскольку появились новые данные о ее химическом составе, а также получены новые доказательства её фармакологических эффектов [1]. Недавно установлены её антидиабетические свойства [2], показаны эффекты в лечении и профилактике онкологических заболеваний [3], старении мозга [4], а также выраженная иммуномодулирующая активность и противовирусная активность [5].

Широкое разнообразие биологических свойств березового гриба (*Inonotus obliquus*) определяется его богатым химическим составом; установлено, что в чаге содержатся полифенолы, флавоноиды, антоцианидины, полисахариды и др. Из препаратов чаги наиболее известен «Бефунгин» (разработка российских фармакологов), который представляет собой водно-спиртовой экстракт чаги, обогащенный солями кобальта. Он применяется для облегчения состояния больных с онкологическими заболеваниями. Представленные данные свидетельствуют об актуальности дальнейшего изучения биологических свойств березового гриба *Inonotus obliquus*; нами использовались образцы, произрастающие в Беларуси.

**Цель.** Получить водные и водно-спиртовые экстракты чаги, провести изучение нейропротекторных свойств в модели на возрастных (стареющих) животных.

**Материалы и методы исследования.** Исследования проведены на самках крыс, возраст которых составлял 17 месяцев. В качестве контроля была использована группа молодых животных, возраст которых составлял 3,5 месяца. Возрастным животным в течение 28 суток (5 дней в неделю) вводились экстракты, полученные нами из различных слоев чаги в виде сухих

порошков, (условия экстракции являются оригинальными). Ежедневная доза экстрактов составляла 50 мг/кг, экстракты вводились интрагастрально один раз в сутки.

Для получения экстрактов чаги были использованы образцы наростов (100–300 г), которые собраны в различных регионах Беларуси. Из образцов чаги забирались и измельчались: наружный черный слой, средний аморфный губчатый рыжего цвета, а также внутренний, более плотный, прилежащий непосредственно к дереву; 100 г каждого слоя использовали для получения экстрактов. Всего получено различными способами 5 экстрактов Э1 (средний слой), Э2 (средний слой), Э3 (внутренний), Э4 (наружный), Э5 (внутренний слой). Для тестирования были использованы водные и водно-спиртовые экстракты (5 экстрактов), полученные из среднего, внутреннего и наружного слоев чаги, а также двух композиций (экстракты обогащались корицей и куркумой).

Поведенческие реакции лабораторных животных изучались в тесте «открытое поле». Из больших полушарий (БП) головного мозга крыс была выделена несинапсосомальная фракция митохондрий (МХ) с использованием методов дифференциального центрифугирования и разделением фракции в градиенте плотности Percoll (40 % и 24 %). Дыхание МХ исследовалось полярографическим методом на субстрате (сукцинат, пируват, малат) («Oxyterm», Великобритания). В ткани БП определялись показатели антиоксидантной системы и концентрация альдегидных продуктов ПОЛ.

Статистический анализ данных проводился с использованием пакета Statistica, version 12.0 (StatSoft, Inc.). Отклонение распределения значений показателя в выборке от нормального оценивали с помощью критерия Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. При не нормальном распределении данные представлены в виде Me [Q1:Q3], (Me – медиана; Q1, Q3 – нижний и верхний квартили). Сравнение количественных показателей между группами проводилось с применением критерия Краскелла-Уоллиса. Различия считались значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Нейропротекторные эффекты водных и водно-спиртовых экстрактов чаги (*Inonotus obliquus*) тестировались в нескольких этапах. На первом этапе был использован поведенческий тест «открытое поле», который проводился через после трех недель введения препаратов. В тесте «открытое поле» показано влияние экстрактов чаги на эмоциональное состояние и познавательную деятельность животных. В отличие от молодых животных, латентный период начала движения у возрастных был снижен в 7,5 раза, что свидетельствует о выраженной тревожности и эмоциональном напряжении. Введение в течение 4 недель тестируемых экстрактов значительно улучшило данный показатель, в наибольшей степени экстракт № 2, где латентный период начала движения отсутствовал, далее эффекты можно распределить по убыванию, как Э2 > Э3 > Э1 > Э4 > Э5. Показано повышение познавательной активности у возрастных животных, получавших экстракты березового гриба чаги (в 1,75–2,52 раза), которая была снижена по сравнению с

группой молодых – в 2,3 раза (наилучший результат показал Э3). Э2 и Э5 наилучшим образом снижали проявления тревожности, Э1 и Э4 повышали проявления уверенности и смелости. Эти результаты являются важнейшими характеристиками нейропротекторных свойств чаги, и свидетельствуют об улучшении когнитивных способностей и эмоционального состояния животных на фоне введения полученных экстрактов.

При исследовании дыхания МХ, выделенных из БП мозга, показано, что введение всех экстрактов повышает скорость эндогенного дыхания (в наибольшей степени экстракт Э5); скорость субстрат-зависимого дыхания повышали экстракты Э1, Э3, Э4, Э5. Скорость АДФ-зависимого дыхания не изменялась, скорость дыхания при разобщении повышалась на фоне введения Э2 и Э5; процент разобщения был снижен на фоне введения экстрактов Э2 и Э5, что может свидетельствовать о влиянии данных экстрактов на эффективность синтеза АТФ, что является важнейшей функцией МХ.

Введение экстракта 2 снижало активность I комплекса электрон транспортной цепи МХ в 1,24 раза, ( $p = 0,03$ ) и активность МДГ в МХ; Э3 проявлял стимулирующее действие в отношении данных показателей.

Нейропротекторные эффекты тестируемых экстрактов проявлялись повышением активности глутатионредуктазы и снижением активности глутатионтрансферазы в больших полушариях мозга. Определение концентрации альдегидных продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой, позволило установить снижение активности свободно-радикальных процессов на фоне введения экстрактов Э2 и Э3, соответственно в 1,25 ( $p = 0,026$ ) раза и 1,19 раза ( $p = 0,094$ ). Антиоксидантные свойства экстрактов чаги были установлены и в исследованиях *in vitro* – ингибирование ПОЛ на 68–87%.

**Выводы.** Показаны выраженные нейропротекторные свойства экстрактов чаги у возрастных самок крыс, которые проявляются оптимизацией функции МХ, снижением активности свободно-радикальных процессов, а также улучшением когнитивных способностей и поведенческих реакций (снижение тревожности и эмоционального напряжения), что предполагает актуальным использование некоторых из полученных экстрактов как средства для профилактики старения мозга, а также улучшения его метаболических и когнитивных функций. Наилучшие эффекты выявлены у водно-спиртового экстракта внутреннего слоя.

#### Литература

1. Therapeutic properties of *Inonotus obliquus* (Chaga mushroom): A review / P. T. Y. Ern, T. Y. Quan, F. S. Yee, A. C. Yin. // *Mycology*. – 2023. – Vol. 15, № 2. – P. 144-161. doi: 10.1080/21501203.2023.2260408.
2. Effect of *Inonotus obliquus* (Fr.) Pilat extract on the regulation of glycolipid metabolism via PI3K/Akt and AMPK/ACC pathways in mice / Z. Zhang, X. Liang, L. Tong [et al.] // *J Ethnopharmacol*. – 2021. – Vol. 273. – P. 113963.

3. Chemical Content and Cytotoxic Activity on Various Cancer Cell Lines of Chaga (*Inonotus obliquus*) Growing on *Betula pendula* and *Betula pubescens* / A. Raal, H. Kaldmäe, K. Kütt [et al.] // *Pharmaceuticals* (Basel). – 2024. – Vol. 17, № 8. – P. 1013.

4. Xin, Y. Protective Effects of Chaga Medicinal Mushroom, *Inonotus obliquus* (*Agaricomycetes*), Extract on  $\beta$ -Amyloid-Induced Neurotoxicity in PC12 Cells and Aging Rats: In Vitro and In Vivo Studies / Y. Xin, Y. Zhang, X. Zhang // *Int J Med Mushrooms*. – 2021. – Vol. 23, № 9. – P. 55-62. doi: 10.1615/IntJMedMushrooms.2021039791.

5. Дедов, Д. В. Березовый гриб чага: противовоспалительное, антиоксидантное, иммуномодулирующее, противовирусное действие и возможности применения российского препарата БиоЧага у больных COVID-19 / Д. В. Дедов, О. Н. Усольцева // *Врач*. – 2022. – Т. 33, № 8. – С. 85-87. – doi: 10.29296/25877305-2022-08-18.

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАРДИО- И ГЕПАТОПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИФЕНОЛОВ И ИХ КОМПОЗИЦИИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ АЛКОГОЛЬНОЙ КАРДИОМИОПАТИИ У КРЫС

Надольник Л. И.<sup>1</sup>, Белоновская Е. Б.<sup>1</sup>, Бородина Т. А.<sup>1</sup>, Романчук А. И.<sup>1</sup>,  
Кузьмицкая И. А.<sup>1</sup>, Шляхтун А. Г.<sup>1</sup>, Полубок В. Ч.<sup>1</sup>, Ерошенко Ю. В.<sup>1</sup>,  
Заводник И. Б.<sup>2</sup>, Коваленя Т. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси

<sup>2</sup>Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,  
Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** В связи с увеличением употребления алкогольсодержащей продукции, а также количества пациентов с зависимостью от этанола возникает проблема алкоголь-ассоциированных заболеваний. К этим заболеваниям относят алкогольное поражение печени (алкогольная жировая болезнь), мозга, а также сердца (алкогольная кардиомиопатия (АКМП)). АКМП, согласно статистическим данным, является основной причиной ранней смертности пациентов при хроническом употреблении этанола [1].

В связи с этим, наряду с разработкой способов и средств лечения зависимости от этанола, актуальной является проблема профилактики и коррекции алкоголь-ассоциированных заболеваний.

Учитывая роль окислительного стресса, митохондриальной дисфункции, а также метаболических нарушений в кардиомиоцитах и гепатоцитах при алкогольной интоксикации [2], нами проведены исследования протекторных эффектов растительных полифенолов (хлорогеновой кислоты и нарингина), которые обладают хорошими антиоксидантными свойствами [3, 4].