

А.Н. Аралбаева^{1*}, Р.С. Утегалиева², Г.Т. Жаманбаева¹, М.К. Мурзахметова¹

¹Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби,
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, ул.Тимирязева 47

²Казахский национальный женский педагогический университет,
050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Гоголя, 114 к1

*e-mail: a_aralbaeva83@bk.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ И МЕМБРАНОСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ЭКСТРАКТОВ ГРИБА *GANODERMA LUCIDUM* В УСЛОВИЯХ IN VITRO

Аннотация: На сегодняшний день применение биоактивных веществ из природного сырья в качестве нутрицевтиков является общепризнанным в целях понижения риска возникновения различных болезней, а также как укрепляющих, иммуномодулирующих, адаптогенных средств. Гриб *Ganoderma lucidum*, или гриб Рейши известен на востоке на протяжении многих столетий. Современные исследования гриба Рейши показывают его иммуномодулирующие и противоопухолевые свойства, в большинстве работ указывается на его антиоксидантный потенциал.

Как показали наши исследования, экстракт мицелия и плодового тела ганодермы снижает интенсивность процессов липопероксидации и повышает их резистентность в условиях *in vitro*. При действии экстракта мицелия в концентрации 10 мкг уровень продуктов липопероксидации составил 37,6%, при 20 мкг – 21,1%, при 50 мкг – 14,9% и при действии аналогичных концентраций аскорбиновой кислоты данные значения составили – 74,3%, 60,4% и 36,4% соответственно и для витамина E-70, 2%, 65,3%, 53,5% и 38% соответственно, тогда как при действии концентраций ниже 10 мкг противоокислительный эффект исследуемых агентов существенно не отличался. Антиоксидантный эффект экстракта плодового тела существенно проявлялся при концентрациях 10-50 мкг – уровень перекисного окисления снизился на 80% от исходного уровня, повышение концентрации от 50 до 100 мкг практически полностью подавляют процессы липопероксидации. Результаты исследования мембраностабилизирующих свойств разных частей гриба показали, что экстракты обладают выраженным свойством стабилизировать структуру клеточной мембраны. Выраженность мембраностабилизирующего эффекта экстрактов проявлялась дозозависимо. В диапазоне концентраций 0-200 мкг уровень гемолиза в образцах инкубированных с добавлением экстрактов мицелия и плодового тела снизился на 19,8% и 25% в концентрации 10 мкг, 27% и 37% при 20 мкг, на 55% и 57,2% при 50 мкг, на 63% и 68% при 100 мкг, и на 69% и 65% при 200 мкг тогда как при внесении в среду инкубации аскорбиновой кислоты уровень гемолиза снизился в данных концентрациях на 10%, 14,5%, 25%, 40% и 44% и α -токоферола на 5%, 22%, 32%, 40%, 45% и 50%.

Исследование полифенольного и флавоноидного состава экстрактов показало, что в экстрактах присутствуют вещества, относящиеся к полифенольным соединениям.

Ключевые слова: *Ganoderma lucidum*, экстракт, перекисное окисление липидов, осмотическая резистентность, гемолиз, полифенольные соединения.

Введение

Лекарственные грибы используются веками в качестве нутрицевтиков для улучшения здоровья и лечения многих хронических и инфекционных заболеваний. Одним из них является гриб *Ganoderma lucidum* или гриб Рейши, вид который считается лекарственным, так как способен лечить разные заболевания и продлевать жизнь [1]. *Ganoderma lucidum* известен как горький гриб с выраженным оздоравливающим действием на организм. Активные компоненты гриба включают полисахариды, пищевые волокна, олигосахариды, тритерпеноиды, пептиды, протеины, спирты и фенолы, минералы такие как цинк, медь, йод, селен и железо, витамины и аминокислоты. Биоактивные вещества входящие в состав гриба рейши обладают свойствами улучшать состояние организма при гепатопатии, хроническом гепатите, нефрите, артериальной гипертензии, артрите, неврастении, бессоннице, бронхите, астме, язве желудка, атеросклерозе, лейкопении, диабете и при раковых заболеваниях [2]. Исследования последних лет доказали иммуномодулирующие и противораковые свойства гриба Линьчжи как в условиях *in vitro* так и *in vivo* [3-4].

Общеизвестным фактом является то, что в основе развития патологического процесса лежит избыточное накопление свободных радикалов. Данные соединения образуются в организме постоянно, однако в норме инактивируются антиоксидантной системой организма. В силу различных причин нарушение баланса между антиоксидантной и прооксидантными системами ведет к развитию окислительного стресса, который повышает риск появления мутаций и канцерогенеза [5]. В данной ситуации для восстановления внутреннего соотношения антиоксидантов и прооксидантов целесообразно дополнительное использование веществ с противоокислительной активностью. Известно, что потребление пищи богатых антиоксидантами способствует предотвращению рака и других хронических болезней [6-7].

Компоненты, входящие в состав *G. lucidum* показали широкий спектр лечебных свойств в многочисленных экспериментах *in vitro* и *in vivo* [8-11]. Целью наших исследований явилось определение антиоксидантной активности и мембраностабилизирующих свойств экстрактов мицелия и плодового тела ганодеры и содержания таких биоактивных веществ обладающих противоокислительными свойствами как полифенольные соединения и общих флавоноидов, а также провести сравнение анализ антиоксидантных свойств разных частей гриба Рейши.

Материалы и методы исследования

В соответствии с целью и задачами работы эксперименты проводились в условиях *in vitro*. **Эксперименты в условиях *in vitro*** проводили на микросомах печени и эритроцитах белых беспородных крыс, массой 300-350 г. Печень животных и цельную кровь отбирали после усыпления диэтиловым эфиром и декапитации.

Для **получения гомогената** навеску (0,5-1,0 г) ткани печени крыс после промывания в охлажденном физиологическом растворе помещали в 10 мл среды, содержащей 0,85% NaCl и 50мМ KH_2PO_4 , (pH 7,4 при 4°C) и гомогенизировали гомогенизатором типа Polytron в течение 90 сек. Гомогенат центрифугировали при 10000g в течение 20 мин. Микросомную фракцию получали, центрифугируя супернатант при 30000g в течение 60 мин. Надосадочную жидкость осторожно сливали и осадок, представляющий собой фракцию тяжелых микросом, суспендировали в среде, содержащей 25% глицерина, 0.1 мМ ЭДТА, 0.2 мМ CaCl_2 , 10 мМ гистидина, (pH 7.2 при 4°C) и хранили при минус 4°C.

Для **получения суспензии эритроцитов** кровь центрифугировали 10 минут при 1000 g. После отделения сыворотки эритроциты дважды промывали средой инкубации (СИ), содержащей 150 мМ NaCl, 5 мМ Na_2HPO_4 (pH-7,4). Полученную суспензию эритроцитов использовали для проведения исследований. Перед опытом эритроциты предварительно разводили в 10 раз СИ и инкубировали 5мин при 37°C.

Об интенсивности **перекисного окисления липидов** (ПОЛ) в микросомах печени судили по содержанию ТБК-активных продуктов. Концентрацию малонового диальдегида (МДА) определяли по интенсивности развивающейся окраски в результате взаимодействия с тиобарбитуровой кислотой (ТБК) по методу Н.О. Ohkawa e.a. [12]. Для индукции процесса ПОЛ в мембранах применяли систему Fe^{2+} (0,02мМ)+аскорбат (0,5мМ). Окисление проводили в среде гомогенизирования в термостатируемых ячейках при 37°C с постоянным перемешиванием. Пробы отбирали через определенные промежутки времени от 0 до 60 мин. За накоплением малонового диальдегида (МДА) – продукта ПОЛ, следили по реакции с 2-тиобарбитуровой кислотой, оптическую плотность измеряли при 532 нм. Расчет содержания продуктов, реагирующих с ТБК, проводили с учетом коэффициента молярной экстинкции МДА, равного $1.56 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$.

Приготовление экстрактов. Для получения экстрактов сухое сырье измельчали и экстрагировали дважды 50 % спиртом в соотношении 1:8 сырье-экстрагент при температуре 20-25°C. Время экстракции составило 20 часов. Полученные экстрагенты центрифугировали при 1000g, отфильтровывали, смешивали. Полученные экстракты использовали для дальнейших исследований.

Определение общих флавоноидов. Содержание общих флавоноидов определяли по колориметрическому методу с хлоридом алюминия [13].

Определение общего полифенольного состава. Содержание общих полифенолов определяли методом Фолина-Чиколтэу [13]. Содержание общих полифенолов выражали в мкг галлиевой кислоты в 1 мг исследуемого образца.

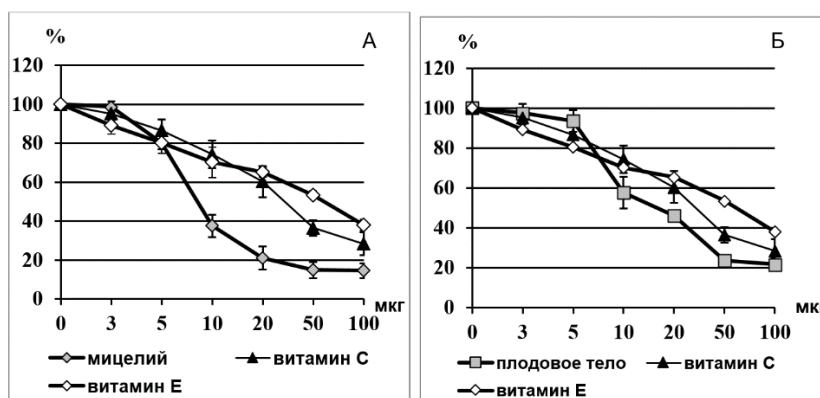
Определение осмотической резистентности эритроцитов. Суспензию эритроцитов инкубировали при 37°C в течении 20 мин в растворе NaCl (0,4 мг/мл) Оптическую плотность измеряли при длине волны 540 нм. Уровень гемолиза клеток рассчитывали в процентах по отношению к 100% гемолизу, вызванному раствором Na₂CO₃ в концентрации 1 мг/мл.

Статистическая обработка данных. Полученные результаты статистически обрабатывали с использованием программы Microsoft Excel, рассчитывая среднюю арифметическую параметра, среднее квадратическое отклонение, ошибку средней арифметической. С учетом критерия Фишера-Стьюдента зарегистрированные изменения показателей считали достоверными при $p \leq 0.05$.

Результаты и обсуждение

В условиях *in vitro* были исследованы антиоксидантные свойства водно-этанольных экстрактов мицелия и плодового тела гриба рейши. Как показали результаты экспериментов, оба экстракта оказывают дозозависимое влияние на процессы образования ТБК-активных продуктов в микросомах печени. Для получения полной оценки антиоксидантных свойств экстрактов мицелия и плодового тела гриба проведен сравнительный анализ влияния экстрактов и общеизвестных антиоксидантов- аскорбиновой кислоты и α -токоферола.

Исследование противоокислительного действия экстракта мицелия ганодермы показало, что он обладает существенным антиоксидантным потенциалом (рис. 1-А). В ходе экспериментов выявлен дозозависимый эффект экстракта. Как видно из рисунка, действие экстракта мицелия проявляется при концентрации 5 мкг – уровень ТБК-активных продуктов снизился на 20%, в диапазоне концентраций от 5 мкг до 20 мкг наблюдалось резкое уменьшение продуктов липопероксидации; уровень МДА снизился в 5 раз относительно исходных значений.



По оси абсцисс: концентрация веществ, мкг; по оси ординат: уровень ПОЛ, %

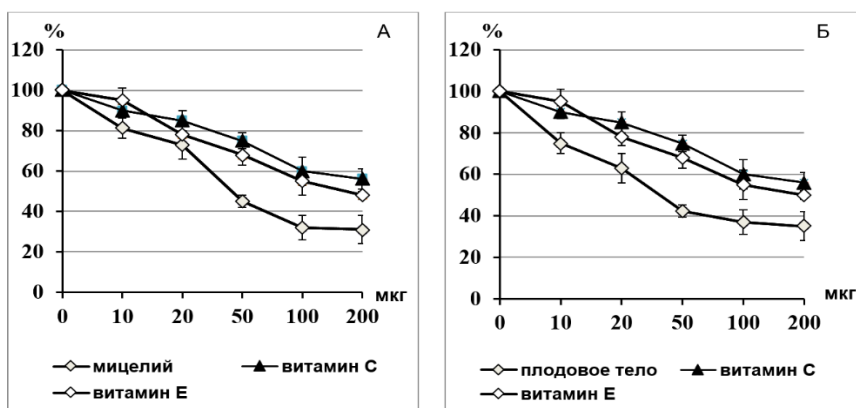
Рисунок 1 – Влияние экстракта мицелия (А) и плодового тела (Б) гриба *Ganoderma lucidum*, витамина С и альфа-токоферола на состояние мембран гепатоцитов

Дальнейшее повышение концентрации экстракта не привело к значительным изменениям концентраций продуктов перекисного окисления в исследуемой среде, в диапазоне концентраций 20-100 мкг наблюдается практически полное ингибирование процессов ПОЛ. При сравнении антиоксидантного эффекта экстракта мицелия гриба рейши с витаминами Е и С выявлено, что при концентрациях 3-5 мкг данные вещества действовали практически одинаково, тогда как при повышении концентрации, способность экстракта мицелия тормозить интенсивность процессов ПОЛ проявлялась более выражено. При действии экстракта в концентрации 10 мкг уровень продуктов липопероксидации составил 37,6%, при 20 мкг – 21,1%, при 50 мкг – 14,9% и при действии аналогичных концентраций аскорбиновой кислоты данные значения составили – 74,3%, 60,4% и 36,4% соответственно и для витамина Е-70,2%, 65,3%, 53,5% и 38% соответственно. Следовательно, антиоксидантные свойства экстракта мицелия существенно лучше по сравнению с витамином С и витамином Е. Следует отметить, что в наших исследованиях противоокислительный эффект аскорбиновой кислоты проявлялся более выражено в концентрациях 50-100 мкг относительно α -токоферола.

Результаты экспериментов по оценке антиоксидантных свойств экстракта плодового тела *Ganoderma lucidum* приведены на рисунке 1-Б.

Как и в предыдущем исследовании, экстракт плодового тела гриба дозозависимо ингибирует образование перекисных продуктов в микросомах печени. Из рисунка видно, что антиоксидантный эффект экстракта плодового тела практически сходен с таковым витамина С. Противоокислительное действие экстракта плодового тела существенно проявляется при концентрациях 10-50 мкг – уровень ПОЛ снижается на 80% от исходного уровня, повышение концентрации от 50 до 100 мкг практически полностью подавляют образование продуктов ПОЛ. Следует подчеркнуть, что с повышением концентраций антиоксидантный эффект экстракта приобретает более выраженный характер по сравнению с витаминами С и Е.

Результаты исследования мембраностабилизирующих свойств экстрактов гриба рейши приведены на рисунке 2. Аналогично предыдущей серии опытов, экстракты мицелия и плодового тела гриба снижали уровень гемолиза эритроцитов в гипотонических растворах NaCl, что свидетельствовало о стабилизации их структуры. Выраженность мембраностабилизирующего эффекта экстрактов проявлялась в зависимости от повышения концентрации. Из рисунка видно, что в диапазоне концентраций 0-200 мкг уровень гемолиза в образцах инкубированных с добавлением экстрактов мицелия и плодового тела снизился на 19,8% и 25% в концентрации 10 мкг, 27% и 37% при 20 мкг, на 55% и 57,2% при 50 мкг, на 63% и 68% при 100 мкг, и на 69% и 65% при 200 мкг тогда как при внесении в СИ аскорбиновой кислоты уровень гемолиза снизился в данных концентрациях на 10%, 14,5%, 25%, 40% и 44% и α -токоферола на 5%, 22%, 32%, 40%, 45% и 50%.



По оси абсцисс: концентрация веществ, мкг; по оси ординат: уровень гемолиза, %

Рисунок 2 – Влияние экстракта мицелия (А) и плодового тела (Б) гриба *Ganoderma lucidum*, витамина С и альфа-токоферола на резистентность эритроцитарных мембран

Результаты исследования IC_{50} (концентрации ингибирующие уровень гемолиза и перекисного окисления липидов на 50%), полифенольного и флавоноидного состава экстрактов мицелия и плодового тела приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание общих полифенольных соединений (ОПФС) и флавоноидов (ОФ), антиоксидантная активность и мембраностабилизирующие свойства экстрактов гриба рейши

Агент	Показатель IC_{50} , мкг		Содержание ОПФС, мкг экв. галлиевой кислоты/ 1 мг экстракта	Содержание ОФ, мкг экв. кверцетина/1 мг экстракта
	Антиоксидантные свойства	Мембраностабилизирующие свойства		
Экстракт мицелия	8,25±0,78	48,2±5,2	120,0±4,8	-
Экстракт плодового тела	17,8±1,9	37,6±7,9	150,5±5,3	-
Витамин С	33,8±3,2	>200	-	-
Витамин Е	48,5±2,5	200±12,2	-	-
Данные приведены с учетом стандартного отклонения от среднеарифметического значения				

При сравнении антиоксидантного и мембранопротективного потенциала экстрактов мицелия и плодового тела гриба рейши можно сказать, антиоксидантный эффект экстрактов мицелия и плодового тела несколько отличается друг от друга, тогда как их мембраностабилизирующее действие проявляется противоположным образом. В ходе экспериментов выявлено, что 50-процентная ингибирующая концентрация экстракта мицелия составляла 8,25 мкг и 48,5 мкг, тогда как для экстракта плодового тела гриба – 17,8 мкг и 37,1 мкг, для витамина С – 33,8 мкг и свыше 200 мкг и витамина Е – 48,5 мкг, 200 мкг соответственно.

Из таблицы видно, что несмотря на то, что содержание полифенолов в экстракте плодового тела несколько выше, антиоксидантные свойства экстракта мицелия более выражены. Следует отметить, что проведение анализа на содержание флавоноидов в экстрактах не выявило их наличия в составе экстрактов *Ganoderma lucidum*. Вероятнее всего, что антиоксидантные свойства мицелия и плодового тела обусловлены наличием других биоактивных веществ обладающих противокислительным действием и их синергичным эффектом.

Выводы

На основании результатов исследований можно заключить, что антиоксидантный потенциал экстрактов мицелия превышает таковой плодового тела в 2 раза и известного антиоксиданта – витамина С практически в 4 раза, витамина Е практически в 5 раз. Отмечено, что при концентрациях 10-100 мкг положительное влияние экстракта мицелия на состояние мембран гепатоцитов выше такового экстракта плодового тела в 1,5-2 раза. Аналогично, мембранопротективные свойства экстрактов мицелия и плодового тела ганодермы выражены по сравнению с растворами витаминов С и Е.

При сравнении антиоксидантного эффекта мицелия и плодового тела можно отметить, что способность экстракта мицелия ингибировать образование перекисных продуктов выше практически в 2 раза по сравнению с экстрактом плодового тела, тогда как по мембраностабилизирующим свойствам экстракт мицелия несколько уступает таковому плодового тела. Исследование полифенольного и флавоноидного состава экстрактов показало, что в экстрактах отсутствуют вещества, относящиеся к флавоноидам, тогда как обнаружено присутствие других полифенольных соединений. Известно, что в состав как мицелия, так и плодового тела гриба рейши входят такие биоактивные вещества как полисахариды и терпеноиды.

Список литературы

1. Developing *Ganoderma lucidum* as a next-generation cell factory for food and nutraceuticals / Azi F. et al // Trends in biotechnology. – 2024. – Vol. 42, № 2. – P. 197-211. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2023.07.008>.
2. Milosavljevic A. *Ganoderma lucidum* / A. Milosavljevic, J. Barnes // Journal of primary health care. – 2023. – Vol.15, № 3. – P. 290-292. DOI: <https://doi.org/10.1071/HC23105>.
3. Seweryn E. Health-Promoting of Polysaccharides Extracted from *Ganoderma lucidum* / E. Seweryn, A. Ziała, A. Gamian // Nutrients. – 2021 – Vol. 13, № 8. – P. 2725. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13082725>
4. Hsieh T.C. Suppression of proliferation and oxidative stress by extracts of *Ganoderma lucidum* in the ovarian cancer cell line OVCAR-3 / T.C. Hsieh, J.M. Wu // Int J Mol Med. – 2011. – Vol. 28, № 6. – P. 65-69.
5. Sies H. Oxidative stress: a concept in redox biology and medicine / H. Sies // Redox biology. – 2015. – Vol. 4. – P. 180-183. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.redox.2015.01.002>.
6. Rafieian-Kopaie M. On the Occasion of World Cancer Day 2015; the Possibility of Cancer Prevention or Treatment with Antioxidants: The Ongoing Cancer Prevention Researches / M. Rafieian-Kopaie, H. Nasri // Int J Prev Med. – 2015. – Vol. 6. – P.108.
7. Evaluation of Antioxidant, Free Radical Scavenging, and Antimicrobial Activity of *Quercus incana* Roxb / R. Sarwar et al // Front Pharmacol. – 2015. – Vol. 6. – P. 277.
8. *Ganoderma lucidum* (Reishi) an edible mushroom; a comprehensive and critical review of its nutritional, cosmeceutical, mycochemical, pharmacological, clinical, and toxicological properties / R. Ahmad et al // Phytotherapy research: PTR. – 2021. – Vol. 35, № 11. – P. 6030-6062. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.7215>.

9. The beneficial effects of *Ganoderma lucidum* on cardiovascular and metabolic disease risk / S.W. Chan et al // *Pharmaceutical biology*. – 2021. – Vol. 59. – № 1. – P. 1161-1171. DOI: <https://doi.org/10.1080/13880209.2021.1969413>.
10. Smirna T.P. *Ganoderma lucidum* total triterpenes attenuate DLA induced ascites and EAC induced solid tumours in Swiss albino mice / T.P. Smirna, J. Mathew, K.K. Janardhanan // *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand)*. – 2016. – Vol. 5, № 62. – P. 55-59.
11. *Ganoderma lucidum* polysaccharide inhibits the proliferation of leukemic cells through apoptosis / M. Zhong et al // *Acta biochimica Polonica*. – 2022. – Vol. 69, № 3. – P. 639-645. DOI: https://doi.org/10.18388/abp.2020_6070.
12. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction / H.O. Ohkawa, N. Ohishi, K. Yagi // *Anal. Biochem.* – 1979. – Vol. 95, № 2. – P. 351-358.
13. Synergistic antioxidant activities of eight traditional Chinese herb pairs / W.J. Yang et al // *Biol. Pharm. Bull.* – 2009. – Vol. 32, № 6. – P. 1021-1026.

А.Н. Аралбаева^{*1}, Р.С. Өтеғалиева², Г.Т. Жаманбаева¹, М.К. Мырзахметова¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,
050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Тимирязев көшесі, 47

²Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті,
050000, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Гоголь көшесі, 114 к1
e-mail: *a_aralbaeva83@bk.ru

GANODERMA LUCIDUM САҢЫРАУҚҰЛАҒЫНАН АЛЫНҒАН ЭКСТРАКТИЛЕРДІҢ АНТИОКСИДАНТТЫ ЖӘНЕ МЕМБРАНАТҰРАҚТАНДЫРУШЫ ҚАСИЕТТЕРІН IN VITRO ЖАҒДАЙЫНДА ЗЕРТТЕУ

Бүгінгі таңда табиғи шикізаттан алынған биоактивті заттарды нутрицевтиктер ретінде қолдану әртүрлі аурулардың пайда болу қаупін азайту мақсатында, сондай-ақ организмнің күш қуатын арттыратын, имуномодуляциялаушы, адаптогенді агенттер ретінде пайдаланылатын заттар деп танылған. *Ganoderma Lucidum* саңырауқұлағы немесе Рейши саңырауқұлағы шығыста көптеген ғасырлар бойы белгілі. Рейши саңырауқұлағының заманауи зерттеулері оның имуномодуляциялық және ісікке қарсы қасиеттерінің бар екенін көрсетіп, көптеген жұмыстар оның антиоксиданттық әлеуетін дәлелдеп берді.

Біздің зерттеулеріміз көрсеткендей, ганодерманың мицелий және жеміс денесінің сығындысы липопероксидация процестерінің қарқындылығын төмендетеді және *in vitro* жағдайында олардың төзімділігін арттырады. 10 мкг концентрациядағы мицелий сығындысының әсерінен липопероксидация өнімдерінің деңгейі 37,6%, 20 мкг – 21,1%, 50 мкг – 14,9% дейін төмендеген және аскорбин қышқылының ұқсас концентрацияларының әсерінен бұл мәндер тиісінше 74,3%, 60,4% және 36,4% және Е дәрумені үшін – 70,2%, 65,3%, 53,5% құрады. Ал 10 мкг-нан төмен концентрацияларда зерттелген агенттердің тотығуға қарсы әсері бірегей болды. Жеміс денесінің сығындысының антиоксиданттық әсері 10-50 мкг концентрациясында айтарлықтай байқалды; асқын тотығу деңгейі бастапқы деңгейден 80% - ға төмендеді, концентрацияның 50-ден 100 мкг-ға дейін жоғарылауы липопероксидация процестерін толығымен тежейді. Саңырауқұлақтың әртүрлі бөліктерінің мембраналық тұрақтандырғыш қасиеттерін зерттеу нәтижелері сығындылардың жасуша мембранасының құрылымын нығайтатын айқын қасиетке ие екенін көрсетті. Сығындылардың мембраналық тұрақтандырушы әсерінің көрінісі дозаға байланысты болды, 0-200 мкг концентрация диапазонында мицелий мен жеміс денесінің сығындылары қосылған үлгілердегі гемолиз деңгейі төмендеп, 10 мкг концентрациясында 19,8% және 25%, 20 мкг-да 27% және 37%, 50 мкг-да 55% және 57,2%, 100 мкг-да 63% және 68% құрады. 200 мкг концентрацияда 69% және 65% ал ортаға аскорбин қышқылын енгізген кезде гемолиз деңгейі атаулы концентрацияларда 10%, 14,5%, 25%, 40% және 44% төмендеді және α -токоферол үшін ол көрсеткіш 5%, 22%, 32%, 40%, 45% және 50% құрады.

Сығындылардың полифенол және флавоноидты құрамын зерттеу нәтижелері сығындыларда полифенол қосылыстарына жататын заттардың бар екенін көрсетті.

Түйін сөздер: *Ganoderma Lucidum*, экстракт, липидтердің асқын тотығы, осмотикалық төзімділік, гемолиз, полифенолды қосылыстар.

A.N. Aralbaeva^{1*}, R.S. Utegaliyeva², G.T. Zhamanbaeva¹, M.K. Murzakhmetova¹

¹al Farabi Kazakh National University, 050040, st. Timirjazev, 47, Almaty, Kazakhstan

²Kazakh National Women's Teachers Training University, 050000, Gogol street, 114 k1, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: a_aralbaeva83@bk.ru

RESEARCH OF GANODERMA LUCIDUM EXTRACTS' ANTIOXIDATIVE AND MEMBRANE STABILIZING PROPERTIES IN VITRO CONDITION

The using of bioactive compounds received from natural raw as nutraceuticals is acknowledged as well as strengthening, immunomodulatory, adaptogenic agents and in order to reduce the risk of emergence of various diseases. *Ganoderma Lucidum* or Reishi mushroom is known on east during centuries and has been used in different aims. Modern researches of Reishi mushroom show its high antioxidative potential. Our experiments have shown that extracts made from micelium and fruiting body of *ganoderma* reduce the intensity of lipoperoxidation in membranes and increase the resistance in vitro conditions.

Micelium extract inhibited the level of products of lipoperoxidation up to 37,6% at concentration 10 mkg, 21,1% at 20 mkg, 14,9% at 50 mkg. At influence the same concentrations of ascorbic acid means of level of lipid peroxidation amount 74,3%, 60,4% and 36,4% - respectively, for vitamin E - E-70,2%, 65,3%, 53,5% and 38% respectively. Antioxidative effect of fruit body's extract significantly have shown at 10-50 mkg – level of LPO decreased on 80% from origin level, the increasing of concentration from 50 to 100 mkg led to practically total inhibition of formation LPO products. At concentrations lower than 10 mkg antioxidative effect of the testing agents didn't differ significantly. The experiments revealed that the mycelium extracts' antioxidant properties exceed the well-known antioxidant agents such as vitamins E and C, while the extract of the fruit body has a substantially similar effect of ascorbic acid and alpha-tocopherol

Results of study have shown that extracts of *ganoderma* possess pronounced property to stabilize the structure of cell membrane. Severity of membrane stabilizing effect of extracts depended on concentration. In concentration 0-200 mkg in samples incubated in the presence of mycelium and fruit body extracts the hemolysis decreased on 19,8% and 25% at 10 mkg, on 27% and 37% at 20 mkg, on 55% and 57,2% at 50 mkg, on 63% and 68% at 100 mkg, on 69% and 65% at 200 mkg respectively, whereas at the introducing in samples the ascorbic acid in analogical concentrations the hemolysis have descended on 10%, 14,5%, 25%, 40% and 44%, and at the caring in α -tocopherol the hemolysis lowered on 5%, 22%, 32%, 40%, 45% and 50% respectively.

The researches of total polyphenols and flavonoids in extracts showed, that in extracts absent compounds, which are related to flavonoids, whereas have found the existence of another polyphenolic compounds.

Key words: *Ganoderma Lucidum*, extract, lipid peroxidation, osmotic resistance, hemolysis, polyphenolic compounds.

Сведения об авторах

Арайлым Нугмановна Аралбаева* – кандидат биологических наук, асс.профессор, и.о. профессора кафедры Фундаментальной медицины, Казахского национального университета имени аль-Фараби; e- mail: a_aralbaeva83@bk.ru. ORCID: <https://doi.org/0000-0003-4610-4342>.

Раиса Сактагановна Утегалиева – кандидат биологических наук, доцент, асс. профессор кафедры «Биология» Казахского национального женского педагогического университета; e-mail: uteg56@mail.ru. ORCID: <https://doi.org/0000-0002-1145-5655>.

Гульжан Толеугажиевна Жаманбаева – PhD, и.о. доцента кафедры биофизики, биомедицины и нейронауки, Казахского национального университета имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан; e- mail: gulzhan_t.82@mail.ru. ORCID: <https://doi.org/0000-0002-7450-2746>.

Майра Кабдраушевна Мурзахметова – д.б.н., профессор, профессор кафедры биофизики, биомедицины и нейронауки, Казахского национального университета имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан; e- mail: mairamur@mail.ru. ORCID: <https://doi.org/0000-0003-3008-4797>.

Авторлар туралы мәлімет

Арайлым Нугмановна Аралбаева* – биология ғылымдарының кандидаты, қауымд.профессор., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің, Іргелі медицина кафедрасының профессор м.а., Алматы, Қазақстан; e- mail: a_aralbaeva83@bk.ru. ORCID: <https://doi.org/0000-0003-4610-4342>.

Раиса Сактагановна Өтегалиева – биология ғылымдарының кандидаты, доцент, «Биология» кафедрасының қауымд. профессоры, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті; e-mail: uteg56@mail.ru. ORCID: <https://doi.org/0000-0002-1145-5655>.

Гульжан Толеугажиевна Жаманбаева – PhD, биофизика, биомедицина и нейроғылым кафедрасының доцент м.а, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; e- mail: gulzhan_t.82@mail.ru. ORCID: <https://doi.org/0000-0002-7450-2746>.

Майра Кабдраушевна Мырзахметова – биология ғылымдарының докторы, профессор, биофизика, биомедицина и нейроғылым кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; e- mail: mairamur@mail.ru. ORCID: <https://doi.org/0000-0003-3008-4797>.

Information about authors

Arailym Nugmanovna Aralbaeva* – Candidate of Biological Sciences, ass. professor, acting professor of the Department of Fundamental Medicine, al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: a_aralbaeva83@bk.ru. ORCID: <https://doi.org/0000-0003-4610-4342>.

Raisa Saktaganovna Utegalieva – Candidate of Biological Sciences, ass. Professor of the Department Biology, Kazakh National Women's Teachers Training University; e-mail: uteg56@mail.ru. ORCID: <https://doi.org/0000-0002-1145-5655>.

Gulzhan Toleugazhievna Zhamanbaeva – PhD, acting ass. prof. of Department Biophysics, biomedicine and neuroscience, al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: gulzhan_t.82@mail.ru. ORCID: <https://doi.org/0000-0002-7450-2746>.

Maira Kabdrausheva Murzakhmetova – DS, professor, prof. of Department Biophysics, biomedicine and neuroscience, al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: mairamur@mail.ru. ORCID: <https://doi.org/0000-0003-3008-4797>.

Поступила в редакцию 11.04.2024
Поступила после доработки 24.06.2024
Принята к публикации 26.06.2024

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3\(15\)-17](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-3(15)-17)



МРНТИ: 65.59.03

Ж.С. Желеуова*, А.У. Шингисов, А.Р. Тасполтаева, Э.Т. Кансейтова, А.Т. Бердембетова
Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова
160012, Республика Казахстан, г. Шымкент, пр. Тауке хана, 5
*e-mail: zhozi_tima@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПОЛУКОПЧЕНОЙ КОЛБАСЫ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Аннотация: В статье приведены результаты исследования минерального состава и органолептической оценки полукопченной колбасы из растительного сырья. В качестве растительного сырья были выбраны соя и нут. В результате опытов выявлено, что оптимальным соотношением сои и нута для производства полукопченной колбасы является 4:1. По результатам органолептической оценки полукопченной колбасы из растительного сырья установлено, что у третьего образца, соотношение соевого изолята и нута которого составляет 4:1, консистенция, запах и вкус был более свойственный полукопченной колбасе, чем остальные разрабатываемые образцы.

На основе исследований минерального состава полукопченной колбасы из растительного сырья доказано, что в первом и во втором образце больше минеральных веществ, чем в третьем образце. Так как объем соевого изолята увеличивается в 3-5 раза за счет соединения с водой, в колбасе из соевого текстурата и нута больше макро- и микроэлементов чем в колбасе из соевого изолята и нута. Однако в третьем образце больше фосфора на 1,58% и 0,98% по сравнению с образцами №1 и №2 соответственно.

Исследованиями доказано, что применение сои и нута в качестве основных ингредиентов, замещающая полностью мяса в полукопченной колбасе, является возможным и актуальным.

Ключевые слова: соя, нут, соевый изолят, соевый текстурат, полукопченная колбаса, растительное сырье, минеральный состав.

Введение

Осмысление человечеством дефицита и уменьшения природных ресурсов, изменило потребность к мясу, заменяя его на не менее качественные растительные белковые продукты. [1, 2].

В белковых растительных продуктах содержится в больших количествах макро- и микроэлементы, витамины, клетчатка, а также пектиновые вещества, чем в мясе. Совершенствование современных технологии в производстве продуктов питания связано с увеличением продукции и разработкой функциональных продуктов, за счет использования нетрадиционного сырья, обладающим биологической активностью. Применение растительных заменителей мяса в производстве колбас и получение такого продукта, является перспективным, так как растительные компоненты являются источником биологически активных веществ, что позволит восполнить дефицит белка и быть более доступным для людей [3-6].