

А.В. Суббот

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОДНЫХ ИЗВЛЕЧЕНИЙ *GANODERMA*
*APPLANATUM***

Научный руководитель: канд. хим. наук, доц. Г.И. Горбачевич
*Кафедра фармацевтической химии с курсом повышения квалификации
и переподготовки*
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

A.V. Subbot

**DEVELOPMENT OF WATER EXTRACTION TECHNOLOGY *GANODERMA*
*APPLANATUM***

Tutor: associate professor H.I. Harbatsevich
*Department of Pharmaceutical Chemistry with Advanced Training
and Retraining Course*
Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. Водные извлечения представляют собой один из методов выделения биологически активных соединений из лекарственного сырья, применяемый в фармакологии и биотехнологии. В данной работе проведён анализ факторов, влияющих на эффективность экстракции, оптимизацию параметров процесса, а также исследование количественного и качественного состава полученных настоев и отваров.

Ключевые слова: водные извлечения, тритерпеноиды, водорастворимые полисахариды, фенольные соединения, *Ganoderma applanatum*.

Resume. Water extractions represent one of the methods for isolating biologically active compounds from medicinal raw materials, widely used in pharmacology and biotechnology. This study analyzes the factors affecting extraction efficiency, optimizes process parameters, and investigates the quantitative and qualitative composition of the obtained infusions and decoctions.

Keywords: water extraction, triterpenoids, water-soluble polysaccharides, phenolic compounds, *Ganoderma applanatum*.

Актуальность. Водные извлечения *Ganoderma applanatum* служат ценным источником таких соединений, как фенолы, полисахариды и тритерпены, что подчёркивает их незаменимость в медицинской практике. Технологические аспекты их получения требуют углублённого изучения для обеспечения эффективности и высокого качества продукции. В связи с этим разработка методик создания жидких лекарственных форм остаётся важным и актуальным направлением исследований [1].

Цель: разработка технологии водных извлечений *G. applanatum*. Для достижения данной цели необходимо изучить влияние методики изготовления, соотношения сырья к экстрагенту и состава на содержание биологически активных веществ в водных извлечениях *G. applanatum* (содержание фенольных соединений, тритерпенов, экстрактивных веществ и полисахаридов).

Задачи:

1. Исследовать различные жидкие лекарственные формы *Ganoderma applanatum* для выбора оптимальной;
2. Определить оптимальное соотношение экстрагента и сырья для

максимального выхода биологически активных веществ (БАВ);

3. Найти оптимальный состав водных извлечений для достижения наибольшей концентрации БАВ;

Материалы и методы. Объектом исследования являются водные экстракты, полученные из плодовых тел трутовика плоского, собранного на территории Минской области в июле-августе 2024 года. Исследуемые образцы были высушены в теплом, сухом месте, при температуре 25-30 °С в течение 5-7 дней. Измельчены при помощи молотковой мельницы, диаметр частиц составляет 2 мм. Для изучения были выбраны следующие лекарственные формы: отвар, настой, чай и водное извлечение, полученное методом холодного настаивания.

Суммарное содержание тритерпеновых и стероидных соединений (ТС) измеряли колориметрическим методом по реакции Либермана-Бурхарда [2]. Расчет количественного содержания ТС проводили по калибровочному графику зависимости оптической плотности растворов холестерина от их концентрации.

Содержание фенольных соединений (ФС) в пересчете на галловую кислоту определяли колориметрическим методом с добавлением реагента Фолина-Чокальтеу [3].

Анализ полисахаридов в лекарственном растительном сырье проводили гравиметрическим методом, в основе которого лежит экстракция полисахаридов из сырья водой очищенной, с дальнейшим их осаждением спиртом этиловым 96% [4]. Определение содержания экстрактивных веществ проводили также гравиметрическим методом.

Результаты и их обсуждение. Для определения оптимального режима экстракции было получено четыре образца, каждый из которых содержал одно и то же количество сырья (20 г на 320 мл воды с учетом коэффициента водопоглощения $K=6$).

Табл. 1. Результаты содержания биологически активных веществ в образцах различных лекарственных форм *Ganoderma applanatum*

	Содержание ФС (С, мкг/мл)	Содержание ТС (С, мкг/мл)	Сумма экстрактивных веществ, мг/мл	Количество полисахаридов в мг/мл
Отвар	71,2±1,20	14,10±0,20	3,08±0,10	0,7±0,20
Настой	57,8±1,40	12,90±0,30	2,65±0,10	0,69±0,10
Холодное настаивание	61,7±1,80	10,50±0,10	4,37±0,20	1,23±0,60
Чай	49,7±1,90	12,90±0,30	0,59±0,10	0,12±0,02

Из таблица 1 следует, что наибольшее количество фенольных (71,2±1,2 мкг/мл) и тритерпеновых соединений (14,1±0,2 мкг/мл) содержит отвар.

С целью определения наиболее эффективного подхода к обработке сырья было проведено сравнительное исследование профилей экстракции ФС при холодном настаивании и получении отвара (рис. 1). Отвар готовился при температуре 100 °С

для тепловой интенсификации экстракции, тогда как метод холодного настаивания предусматривал извлечение при комнатной температуре, позволяя сохранить термолабильные соединения.

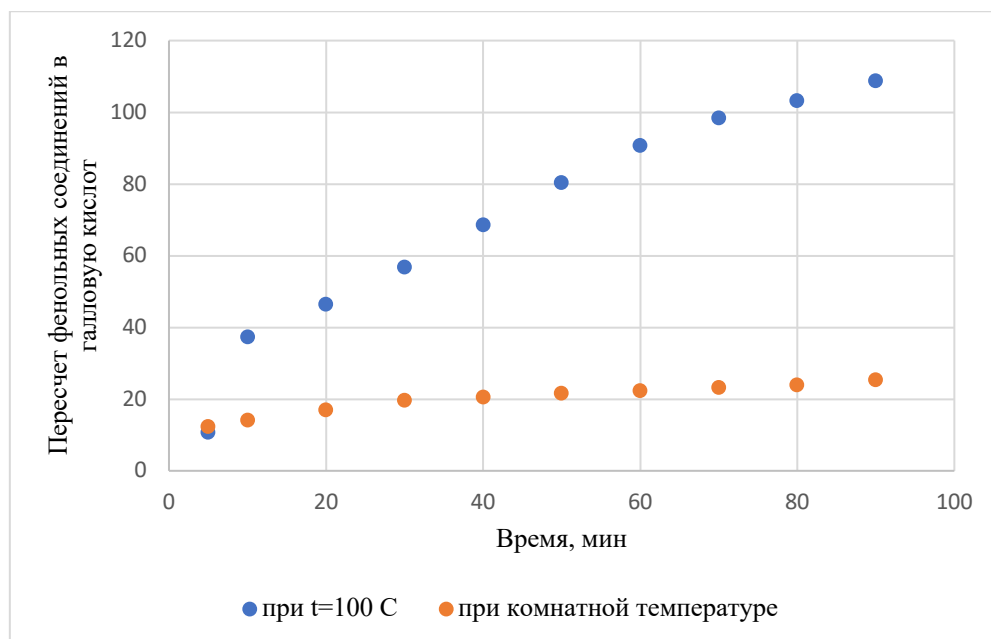


Рис. 1 – Профили экстракции ФС при холодном настаивании и получении отвара

Технология приготовления отвара демонстрирует наилучшие показатели содержания БАВ за счет более интенсивного выделения фенольных соединений в условиях повышенной температуры за сравнительно короткий промежуток времени.

Также изучено влияние температуры заваривания на выход фенольных соединений, поскольку температурный режим является ключевым параметром, определяющим процесс экстракции и стабильность фенольных соединений. (рис. 2)

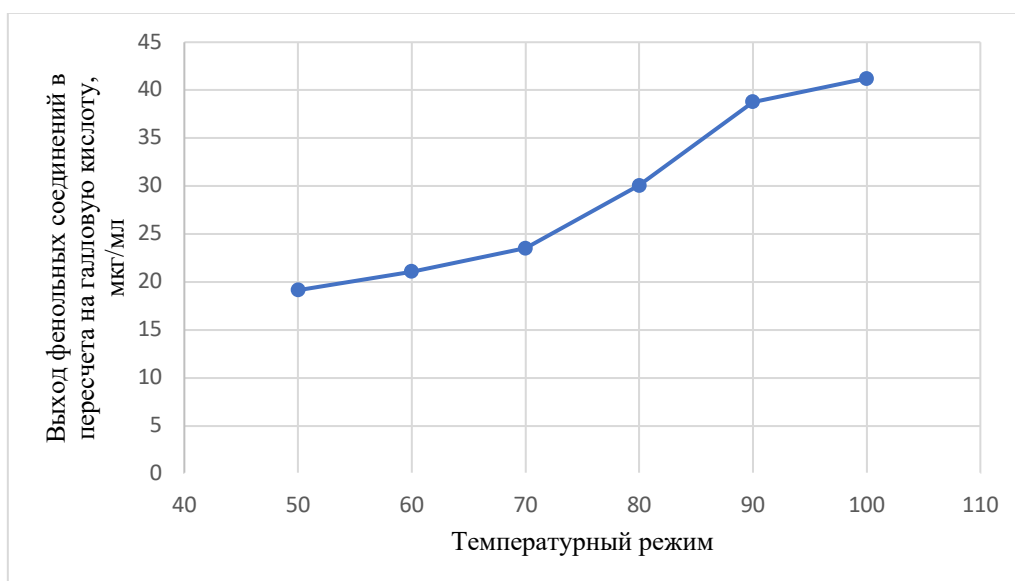


Рис. 2 – График зависимости выхода фенольных соединений чая от температурного режима

Анализ графических данных демонстрирует, что максимальный выход фенольных соединений наблюдается при заваривании чая водой, нагретой до температуры 100 °С.

Для дальнейшей оптимизации данного подхода планируется исследование эффективности экстракции при различных соотношениях сырья к экстрагенту.

Табл. 2. Результаты содержания биологически активных веществ в образцах отваров *Ganoderma applanatum* с различным соотношением сырья к экстрагенту

	Содержание ФС (С, мкг/мл)	Содержание ТС(С, мкг/мл)	Сумма экстрактивных веществ, мг/мл	Количество полисахаридов в мг/мл
Отвар (1:10)	71,2±1,20	14,1±0,20	3,08±0,10	0,7±0,20
Отвар (1:20)	65,3±2,20	12,9±0,20	2,06±0,10	0,54±0,10
Отвар (1:50)	25,5±1,20	12,9±0,20	0,52±0,10	0,19±0,11

Результаты эмпирического подбора соотношения сырье: экстрагент (табл. 2) демонстрируют, что наибольшее содержание БАВ в извлечениях достигается при соотношении 1:10. Причем изменения этого соотношения мало влияет на выход ТС из-за их низкой растворимости в воде.

С целью повышения эффективности экстракции БАВ, проявляющих кислотные свойства (ФС и ТС), изучено влияние добавок гидрокарбоната натрия (NaHCO_3) и лимонной кислоты в экстрагент.

Табл. 3. Результаты содержания биологически активных веществ в образцах отвара (1:10) *Ganoderma applanatum* с различным составом

	Содержание ФС (С, мкг/мл)	Содержание ТС(С, мкг/мл)	Сумма экстрактивных веществ, мг/мл	Количество полисахаридов в мг/мл
Отвар с добавлением NaHCO_3 (0.5%)	93,76±1,20	58,6±0,50	4,28±0,50	0,94±0,10
Отвар с добавлением лимонной кислоты (0.5%)	59,82±2,70	12,9±0,20	3,60±1,0	0,83±0,10
Отвар без добавок	71,2±1,20	12,9±0,20	3,08±0,10	0,7±0,20

Из таблицы 3 следует, что добавление натрия гидрокарбоната значительно способствует увеличению выхода фенольных и тритерпеновых соединений за счёт создания слабощелочной среды и перевода этих веществ в растворимую в воде солевую форму. При этом выход полисахаридов и экстрактивных веществ увеличился незначительно.

Выводы:

1. Установлено, что оптимальной технологией экстракции биологически активных веществ из плодовых тел *Ganoderma applanatum* является приготовление отвара.
2. Согласно полученным данным, наибольшее содержание биологически активных веществ продемонстрировал образец отвара с соотношением сырья к растворителю 1:10
3. Результаты свидетельствуют о том, что использование натрия гидрокарбоната существенно повышает выход фенольных и тритерпеновых соединений благодаря формированию слабощелочной среды, которая способствует увеличению растворимости этих соединений в воде.

Литература

1. Evaluation of the toxicity of aqueous extract of the *Ganoderma applanatum* mushroom/ G. Nyamangombe [et al] // Moroccan Journal of Agricultural Sciences. – 2023. – Т. 4, № 4. – С. 177-184.
2. Kenny, A. P. The determination of cholesterol by the Liebermann-Burchard reaction / A. P. Kenny // Biochemical Journal. – 2015. – № 52. – С. 611-619.
3. Singleton, V. L. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent / V.L. Singleton, R. Orthofer, R.M. Lamuela-Raventós // Methods Enzymol. – Vol. 299. – 1999. –P. 152–78
4. Государственная фармакопея Республики Беларусь: в 2 т.: введ. в действие с 1 янв. 2013 г. приказом М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 25.04.2012 г. № 453. – Т. 1: Общие методы контроля качества лекарственных средств / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении; [под общ. ред. А. А. Шерякова]. – Молодечно: Победа, 2012. – 1220 с.
5. Горбацевич, Г. И. Обоснование выбора экстрагента биологически активных соединений плодовых тел трутовика серно-жёлтого / Г. И. Горбацевич, И. А. Комлач, К. В. Суббот // Вестник фармации. – 2024. – №3 (105). – С. 32–37.