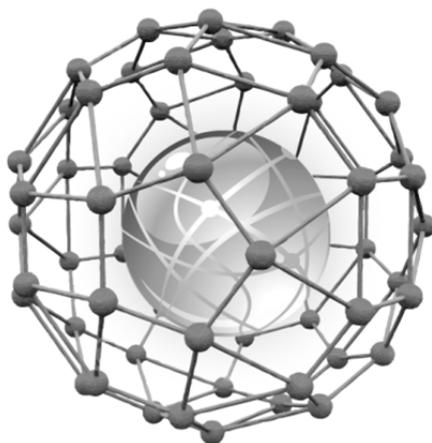


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Химический факультет

ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Материалы Международной научной конференции
21–22 мая 2015 г.

Том 3



Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2015

глубокого окисления углеводородов более перспективен катализатор с содержанием 10,5 масс. % марганца(II) в прекурсор, несмотря на то, что скорость окисления метана на нем ниже, чем на катализаторе с содержанием марганца (II) 5,7 масс. %. В отличие от катализатора с содержанием марганца(II) 5,7 масс. %, где оксид алюминия находится в метастабильной форме ($\sigma\text{-Al}_2\text{O}_3$), катализатор с содержанием 10,5 масс. % марганца (II) содержит в своей структуре термодинамически и термически стабильную фазу $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, что позволяет работать данному катализатору во всем температурном диапазоне реакции окисления $\text{C}_1\text{--C}_3$ углеводородов

Список литературы

1. Крылов О.В. Гетерогенный катализ. Учебное пособие для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. 679 с.
2. Gololobov A. M. Platinum Nanoparticle Size Effect on Specific Catalytic Activity in n-Alkane Deep Oxidation: Dependence on the Chain Length of the Paraffin / A.M. Gololobov, I.E. Bekk, G.O. Bragina, V.I. Zaikovskii, A.B. Ayupov, N.S. Telegina, V.I. Bukhtiyarov, A.Yu. Stakheev // Kinetics and Catalysis. 2009. Vol. 50, No 6. P. 830–836.
3. Otroshchenko T. P. NiO and ZrO₂-based catalysts in the reaction of complete methane oxidation / T.P. Otroshchenko, A.O. Turakulova, V.A. Voblikova, L.V. Sabitova, S.V. Kutsev, V.V. Lunin // Russian Journal of Physical Chemistry A. 2013. Vol. 87, No 11. P. 1804–1808.
4. Vinogradova E.N. Synthesis of Nickel–Copper–Cobalt Catalysts for Deep Oxidation of Methane and Optimization of Their Composition / E.N. Vinogradova, V.N. Dul'nev, V.N. Efremov, E.Z. Golosman // Russian Journal of Applied Chemistry. 2010. Vol. 83, No 1. P. 84–91.
5. Цырульников П.Г. Эффект термоактивации в каталитических системах $\text{MnO}_x/\text{Al}_2\text{O}_3$ для процессов глубокого окисления углеводородов // Российский химический журнал. 2007. Т. 51, № 4. С. 133–139.

References

1. Krylov O.V. Geterogennyj kataliz. Uchebnoe posobiya dlya vuzov. M.: IKC «Akademkniga», 2004. 679 s.
2. Gololobov A. M. Platinum Nanoparticle Size Effect on Specific Catalytic Activity in n-Alkane Deep Oxidation: Dependence on the Chain Length of the Paraffin / A.M. Gololobov, I.E. Bekk, G.O. Bragina, V.I. Zaikovskii, A.B. Ayupov, N.S. Telegina, V.I. Bukhtiyarov, A.Yu. Stakheev // Kinetics and Catalysis. 2009. Vol. 50, No 6. R. 830–836.
3. Otroshchenko T. P. NiO and ZrO₂-based catalysts in the reaction of complete methane oxidation / T.P. Otroshchenko, A.O. Turakulova, V.A. Voblikova, L.V. Sabitova, S.V. Kutsev, V.V. Lunin // Russian Journal of Physical Chemistry A. 2013. Vol. 87, No 11. P. 1804–1808.
4. Vinogradova E.N. Synthesis of Nickel–Copper–Cobalt Catalysts for Deep Oxidation of Methane and Optimization of Their Composition / E.N. Vinogradova, V.N. Dul'nev, V.N. Efremov, E.Z. Golosman // Russian Journal of Applied Chemistry. 2010. Vol. 83, No 1. R. 84–91.
5. Cyru'nikov P.G. `Effekt termoaktivacii v kataliticheskikh sistemah $\text{MnO}_x/\text{Al}_2\text{O}_3$ dlya processov glubokogo okisleniya uglevodorodov // Rossijskij himicheskij zhurnal. 2007. T. 51, No 4. S. 133–139.

УДК 547.92'99

ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЕКАРСТВЕННОГО СЫРЬЯ БЕРЕЗОВОГО ГРИБА ЧАГИ *INONOTUS OBLIQUUS*

Слизов Юрий Геннадьевич, канд. хим. наук, декан химического факультета, заведующий кафедрой органической химии, Национальный исследовательский Томский государственный университет, химический факультет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36,
E-mail: decan@xf.tsu.ru

Хасанов Виктор Вазикович, канд. хим. наук, доцент кафедры органической химии, Национальный исследовательский Томский государственный университет, химический факультет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, E-mail: xasanov@chem.tsu.ru

Чумаков Антон Александрович, магистрант, Национальный исследовательский Томский государственный университет, химический факультет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36,
E-mail: anton.doktor.tomsk@mail.ru

Актуальность работы: обусловлена значимостью поиска наиболее эффективных способов комплексной переработки природного лекарственного сырья берёзового гриба чаги *Inonotus obliquus*.

Цель работы: заключалась в исследовании зависимости извлекаемости ланостановых тритерпеноидов из сырья чаги и антиоксидантной активности (АОА) водного экстракта от последовательности водной и органической экстракции и от вида используемого органического экстрагента.

Методы исследования: экстракция, газовая хроматография-масс-спектрометрия, измерение АОА.

Результаты: степень извлечения ланостановых тритерпеноидов увеличилась после предварительной водной экстракции; АОА водного экстракта не зависела от порядка его получения.

Выводы: оптимизация комплексной переработки сырья чаги заключается в проведении на её первом этапе водной экстракции для извлечения антиоксидантов; остающийся шрот содержит практически все ланостановые тритерпеноиды, которые в нём более доступны, чем в нативном сырье, и эффективно извлекаются на втором этапе неполярным органическим растворителем (гексаном, хлороформом).

Ключевые слова: чага, *Inonotus obliquus*, экстракция, антиоксидантная активность, тритерпеноиды.

OPTIMIZATION OF COMPLEX PROCESSING OF MEDICINAL RAW BIRCH FUNGUS *INONOTUS OBLIQUUS*

Yuriy G. Slizhov, Ph.D., Dean of Chemistry Department, Head of Chair of Organic Chemistry, National Research Tomsk State University, Chemistry Department, 36, Lenina Avenue, Tomsk, 634050, Russia, E-mail: decan@xf.tsu.ru

Viktor V. Khasanov, Ph.D., Associate Professor of Department of Organic Chemistry, National Research Tomsk State University, Chemistry Department, 36, Lenina Avenue, Tomsk, 634050, Russia, E-mail: xasanov@chem.tsu.ru

Anton A. Chumakov, undergraduate student, National Research Tomsk State University, Chemistry Department, 36, Lenina Avenue, Tomsk, 634050, Russia, E-mail: anton.doktor.tomsk@mail.ru

Relevance of the work is caused by importance of search for most effective methods of complex processing of natural medicinal raw birch fungus *Inonotus obliquus*.

The main aim of the study was to investigate changes in extractability of lanostane triterpenoids from raw chaga and antioxidant activity of aqueous extract under variation the sequence of water and organic extraction and using different organic solvents for lanostane triterpenoids extraction.

Methods used in the study: extraction, gas chromatography-mass spectrometry, antioxidant activity assay.

Results: the degree of lanostane triterpenoids recovery increased after preliminary water extraction; the antioxidant activity of water extract was independent on processing options.

Conclusion: optimization of complex raw birch fungus processing is to carry out the water extraction first to obtain an extract with antioxidant action; the residue from water extraction contains almost all lanostane triterpenoids, which are more available from the residue, than from the native material, and efficiently extracted by nonpolar organic solvents (hexane, chloroform) at the second stage of raw material processing.

Key words: birch fungus, *Inonotus obliquus*, extraction, antioxidant activity, triterpenoids.

Трутовый гриб *Inonotus obliquus*, известный как берёзовый гриб чага, использовался с XII века в отечественной народной медицине [1]. Анализ современных научных литературных данных приводит к заключению, что водный экстракт чаги обладает антиоксидантной активностью [2]. Извлечение из чаги органическим экстрагентом тетрациклических ланостановых тритерпеноидов актуально для исследования их фармакологической активности [3]. Данная работа посвящена поиску наиболее эффективного способа комплексной переработки сырья чаги, сочетающей водную и органическую экстракцию. Целью работы было исследование зависимости степени извлечения ланостановых тритерпеноидов из сырья и антиоксидантной активности водного экстракта от последовательности водной и органической экстракции и от вида используемого органического растворителя.

В табл. 1 представлены результаты исследования извлекаемости ланостановых тритерпеноидов из нативного сырья чаги разными органическими растворителями. Условия экстрагирования: кипячение сырья в растворителе с обратным холодильником в течение часа при соотношении объёма экстрагента (мл) и массы сырья (г), равном 20:1. Состав и

содержание компонентов экстрактов определяли методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии.

Таблица 1

Сравнение содержания ланостановых тритерпеноидов в разных органических экстрактах из нативного сырья чаги, мкг/г нативного сырья

Соединения	Экстрагенты		
	Гексан	Хлороформ	Этилацетат
Инотодиол	835 ± 85	605 ± 60	200 ± 20
Ланостерин	270 ± 30	105 ± 10	63 ± 7
Траматеноловая кислота	163 ± 17	165 ± 17	5 ± 1
3β-Гидроксиланоста-8,24-диен-21-аль	98 ± 10	97 ± 10	33 ± 3

Анализируя данные табл. 1, можно сделать вывод, что извлекаемость ланостановых тритерпеноидов из чаги уменьшается с увеличением полярности растворителя.

В табл. 2 представлены результаты исследования извлекаемости ланостановых тритерпеноидов хлороформом из нативного сырья чаги и продуктов его предварительной водной экстракции – сухого остатка водного экстракта и шрота (содержание тритерпеноидов в продуктах переработки указано на массу исходного сырья, из которого получены водный экстракт и шрот). Условия извлечения прежние.

Таблица 2

Сравнение содержания ланостановых тритерпеноидов в хлороформных экстрактах из нативного сырья чаги и продуктов его предварительной водной экстракции, мкг/г нативного сырья

Соединения	Образцы		
	Нативное сырьё	Продукты водной экстракции	
		Сухой остаток водного экстракта	Шрот
Инотодиол	605 ± 60	5 ± 1	2002 ± 200
Ланостерин	105 ± 10	–	327 ± 35
Траматеноловая кислота	165 ± 17	–	573 ± 60
3β-Гидроксиланоста-8,24-диен-21-аль	97 ± 10	–	218 ± 23

Анализируя данные табл. 2, можно сделать вывод, что ланостановые тритерпеноиды при водной экстракции нативного сырья чаги остаются в составе шрота, из которого извлекаются затем органическим растворителем в большей степени, чем из нативного сырья. Увеличение извлекаемости тритерпеноидов после предварительной водной экстракции объясняется, вероятно, значительной структурной перестройкой сырья: вода извлекает из него частицы меланина размером 60–160 нм [4], что увеличивает пористость шрота по сравнению с нативным сырьём и способствует более глубокому доступу органического экстрагента к тритерпеноидным соединениям.

Измерение антиоксидантной активности водных экстрактов проводили методом, использующим модельную реакцию окисления сульфита кислородом в водном растворе [5]. Антиоксидантная активность водного экстракта, полученного из нативного сырья чаги, не отличается от активности водного экстракта, полученного после предварительной органической экстракции, и эквивалентна содержанию 5,2 мг галловой кислоты в 1 г сухого остатка водного экстракта.

Таким образом, оптимизация комплексной переработки сырья чаги заключается в проведении на её первом этапе водной экстракции. Получаемая вытяжка обладает антиоксидантным действием. Остающийся шрот содержит практически все ланостановые тритерпеноидные соединения, которые в нём более доступны, чем в нативном сырьё, и

эффективно извлекаются неполярным органическим растворителем (гексаном, хлороформом) на втором этапе переработки сырья.

Список литературы

1. Shikov A.N. Medicinal Plants of the Russian Pharmacopoeia; their history and applications / A.N.Shikov, O.N.Pozharitskaya, V.G.Makarov, H.Wagner, R.Verpoorte // Journal of Ethnopharmacology. 2014. Vol. 154, Is. 3. P. 481–536.
2. Yun J.S. *Inonotus obliquus* protects against oxidative stress-induced apoptosis and premature senescence / J.S.Yun, J.W.Pahk, L.J.See, W.C.Shin, S.Y.Lee, E.K.Hong // Molecules and Cells. 2011. Vol. 31. P.423–429.
3. Nomura M. Inotodiol, a lanostane triterpenoid, from *Inonotus obliquus* inhibits cell proliferation through caspase-3-dependent apoptosis / M.Nomura, T.Takahashi, A.Uesugi, R.Tanaka, S.Kobayashi // Anticancer research. – 2008. Vol. 28, Is. 5A. P. 2691–2696.
4. Сысоева М.А. Повышение антиоксидантной активности водных извлечений и меланинов чаги. I. Обработка водных извлечений чаги водными растворами гиперразветвленных полимеров / М.А.Сысоева, Г.А.Иванова, В.С.Гамаюрова, Г.К.Зиятдинова, Г.К.Будников, Л.Я.Захарова, М.А.Воронин // Химия растительного сырья. 2010. № 2. С. 105–108.
5. Хасанов В.В., Рыжова Г.Л., Мальцева Е.В. Исследование антиокислительных свойств соединений с использованием реакции окисления сульфита натрия // Химия растительного сырья. 2004. № 3. С. 77–85.

References

1. Shikov A.N. Medicinal Plants of the Russian Pharmacopoeia; their history and applications / A.N.Shikov, O.N.Pozharitskaya, V.G.Makarov, H.Wagner, R.Verpoorte // Journal of Ethnopharmacology. 2014. Vol. 154, Is. 3. P. 481–536.
2. Yun J.S. *Inonotus obliquus* protects against oxidative stress-induced apoptosis and premature senescence / J.S.Yun, J.W.Pahk, L.J.See, W.C.Shin, S.Y.Lee, E.K.Hong // Molecules and Cells. 2011. Vol. 31. P.423–429.
3. Nomura M. Inotodiol, a lanostane triterpenoid, from *Inonotus obliquus* inhibits cell proliferation through caspase-3-dependent apoptosis / M.Nomura, T.Takahashi, A.Uesugi, R.Tanaka, S.Kobayashi // Anticancer research. – 2008. Vol. 28, Is. 5A. P. 2691–2696.
4. Sysoeva M.A. Povyshenie antioksidantnoj aktivnosti vodnyh izvlechenij i melaninov chagi. I. Obrabotka vodnyh izvlechenij chagi vodnymi rastvorami giperrazvetvlennyh polimerov / M.A.Sysoeva, G.A.Ivanova, V.S.Gamayurova, G.K.Ziyatdinova, G.K.Budnikov, L.Ya.Zaharova, M.A.Voronin // Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2010. №No 2. С. 105–108.
5. Hasanov V.V., Ryzhova G.L., Mal'ceva E.V. Issledovanie antiokislitel'nyh svojstv soedinenij s ispol'zovaniem reakcii okisleniya sul'fita natriya // Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2004. No 3. С. 77–85.

УДК 678.675

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННЫХ МЕМБРАН НА ОСНОВЕ АРОМАТИЧЕСКИХ ПОЛИАМИДОВ НА КИНЕТИКУ СОРБЦИИ ЛИЗОЦИМА

Смирнова Наталья Николаевна, канд. хим. наук, доцент кафедры химии, Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, г. Владимир, ул. Горького, 87,
E-mail: smirnovann@list.ru

Небукина Ирина Александровна, аспирант кафедры химии, Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир, ул. Горького, 87,
E-mail: irinanebukina@rambler.ru

В работе представлены результаты исследований сорбции лизоцима мембранами на основе ароматического полиамида и сополиамида с 10 мол. % фрагментов с сульфонатными группами. Для описания экспериментальных кинетических зависимостей использовали модифицированную диффузионную модель и модель сорбции, контролируемой взаимодействием сорбат/мембрана. Показано влияние электростатических взаимодействий белок/мембрана на механизм, скорость и глубину сорбции. Полученные результаты открывают