

УДК 504.75.06: 628.161 + 581.6

**ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ВОДЫ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ
ЧЕРЕЗ ТКАНЬ ПЛОДОВОГО ТЕЛА ТРУТОВИКА
НАСТОЯЩЕГО (FOMES FOMENTARIUS (L.: FR.)FR.)**

Шамраев А.В., Сафонов М.А., Гончарова О.Н., Идрисова Э.Ф.

*ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»,
Оренбург, e-mail: safonovmaxim@yandex.ru*

Проблема очистки воды разного назначения является одним из важных аспектов охраны окружающей среды и оздоровления населения. Перспективным путем повышения эффективности очистки воды является тестирование и применение новых фильтрующих средств, в частности, естественного происхождения. В статье представлены результаты изучения перспектив использования в качестве природного сорбента ткани плодового тела трутовика настоящего (*Fomes fomentarius*). Исследования показали, что использование тела гриба в качестве фильтра заметно изменяет качественные характеристики воды: снижает содержание тяжелых металлов, уровень рН, жесткость и минерализацию воды, также существенно снижается количество сухого остатка. При наличии определенных положительных фильтрующих свойств у плодовых тел трутовика настоящего для оценки возможности использовать их в качестве фильтров необходимо проведение дальнейших исследований.

Ключевые слова: очистка воды, фильтрация, тяжелые металлы, природный сорбент, трутовик настоящий, *Fomes fomentarius*

**CHANGE OF WATER QUALITY IN FILTERING THROUGH
THE FRUIT BODY TISSUE OF FOMES FOMENTARIUS (L.: FR.)FR.**

Shamraev A.V., Safonov M.A., Goncharova O.N., Idrisova E.F.

Orenburg State University, Orenburg, e-mail: safonovmaxim@yandex.ru

The problem of treatment of water for different purposes is one of the important aspects of environmental protection and sanitation of environment. Prospective way to increase the efficiency of water purification is testing and implementation of new filtering materials, in particular of natural origin. The article presents the results of studying the prospects for the use as a natural sorbent the tissues of the fruit body of *Fomes fomentarius*. Studies have shown that the use of fungus body as a filter has significantly altered the qualitative characteristics of the water: reduces the content of heavy metals, pH, hardness and salinity of water, diminishes significantly the number of dry residue. Although there are certain positive filtering properties of fruit bodies, for assessment of possibility to use them as filters needs further research investigations.

Keywords: water treatment, filtration, heavy metals, natural sorbent, *Fomes fomentarius*

Разработка и поиск эффективных природных фильтраторов для очистки вод хозяйственно-бытового назначения является одной из актуальных задач современных исследований по оздоровлению экологической обстановки [1]. В связи с тем, что большинство фильтров малоэффективны и недолговечны, потребность в новых средствах очень высока [6]. В последние годы повысился интерес к сорбционным свойствам объектов растительного происхождения. Вследствие чего ведется поиск и разработка новых сорбционных методов очистки, например, на основе плодовых тел и культивируемого мицелия некоторых грибов.

Высшие базидиомицеты как источники различных биологически активных веществ (БАВ), обладающих высокой фармакологической активностью, низкой токсичностью при практически полном отсутствии побочных эффектов, вызывают вполне логичный интерес у исследователей.

Целью нашего исследования было изучение аккумулярующих свойств ткани плодового тела трутовика настоящего (*Fomes fomentarius* (L.: Fr.)Fr.) при исполь-

зовании ее в качестве фильтратора воды с точки зрения определения перспектив использования ткани плодовых тел этого гриба для очистки воды.

Выбранный нами объект – трутовик настоящий, относится к монотипному семейству *Fomitaceae*, входящему в порядок *Coriolales* класса *Гименомицеты* отдела *Базидиальные грибы* (*Nordic Macromycetes*). Этот вид относится к экологической группе ксилотрофных (дереворазрушающих) грибов, достаточно широко распространенных и многочисленных в разных регионах мира. Так, на Урале разнообразие таких грибов достигает 944 видов [10].

Дереворазрушающие грибы наряду с подстилочными макромицетами перерабатывают мертвое органическое вещество в лесных экосистемах при помощи ферментов, приспособленных к разрушению лигнина и целлюлозы в клеточных стенках древесины.

Трутовик настоящий обитает на валежной древесине, сухостойных и ослабленных деревьях широкого спектра родов лиственных растений, вызывая белую гниль; широ-

ко распространен в Европе, Азии, Северной Америке, в большинстве регионов России и, в частности, доминирует в сообществах ксилотрофных грибов в Оренбургской области [7, 8]. Многолетние плодовые тела гриба довольно легко идентифицируются благодаря крупным размерам (до 40 см шириной), копытообразной форме и поверхности шляпки, покрытой жесткой гладкой коркой (старые ее части серого цвета, а краевые зоны светло-коричневые и слегка опушенные). Консистенция плодового тела твердая, деревянистая; анатомически это обусловлено присутствием в нем трех типов гиф: тонкостенных генеративных, гифы толстостенных несептированных желтовато-коричневых скелетных и толстостенных несептированных связывающих гиф. Поскольку плодовые тела трутовика многолетние, имеются слои гименофора, заросшие слоем последующего года.

В последние годы много внимания уделяется изучению биологически активных веществ, производимых грибами и, в частности, трутовиком настоящим. Гриб содержит полисахариды (бета-глюканы) с противораковой и иммуномодулирующей активностью, сапонины, таннины, полифенолы, сесквитерпены [4]. Мицелий гриба при росте активно секретирует в окружающую среду антибиотики, а также разрушающие лигнин ферменты — лакказы и пероксидазу. Кроме того, как все грибы, трутовик настоящий содержит природный высокомолекулярный полисахарид хитин, который представляет большой интерес в качестве сорбента различного назначения [5].

Сложность структуры трамы плодового тела трутовика в сочетании с активностью мицелиального компонента позволила нам сделать предположение, что ткань гриба может обладать значительной сорбирующей способностью, в связи с чем ее можно рассматривать в качестве перспективного фильтра для изменения качественных характеристик воды.

Материалы и методы исследования

В процессе фильтрации используется множество различных фильтрующих устройств в зависимости от цели применения.

Сбор плодовых тел осуществляли в июне-сентябре 2012 г. в Тюльганском районе Оренбургской области, в котором отсутствует существенная техногенная нагрузка, которая могла бы обусловить накопление плодовыми телами тяжелых металлов и прочих поллютантов [9].

В качестве параметров качественного состава воды были выбраны следующие показатели: pH, сухой остаток, жесткость общая, аммиак и аммоний ион, щелочность, минерализация, хлор остаточный свободный, железо, цинк, марганец, медь.

Использование в качестве показателей очистки ряда тяжелых металлов: меди, железа, марганца и цинка, обусловлено их достаточно широким распространением в региональных экосистемах, с одной стороны, и их важной ролью в функционировании грибов как компонентов белков и ферментов — с другой [2, 3].

Фильтрацию хозяйственно-бытовой воды производили с использованием коммерческого фильтра «Unifilter» с картриджем механической очистки SC-10W. Предназначен для задержания нерастворимых примесей с размером частиц, более 5 мкм. Фильтрующий материал — полипропиленовая нить встречной скрутки. Плодовые тела трутовика высушивались до воздушно-сухого состояния в сухожаровом шкафу при температуре 104°C в течение 8 часов, затем измельчались до отдельностей размером около 5 мм³ и помещались в фильтр.

Анализ образцов плодовых тел грибов при оценке содержания тяжелых металлов, солей и других примесей осуществляли при помощи биохимического лабораторного анализа. Исследования проводились в аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области».

В дальнейшем проводилась статистическая обработка результатов общепринятыми методами с помощью пакета программ анализа данных Microsoft Excel.

Исследование проводилось в два этапа (рис. 1). На первом этапе проводился сравнительный анализ качественного состава дистиллированной воды и дистиллированной воды, прошедшей через коммерческий фильтр, оснащенный картриджем из полипропиленовой нити и наполненный измельченным материалом плодового тела трутовика настоящего. Целью этого этапа эксперимента было определение влияния веществ, вымываемых из ткани гриба водой, на ее качественные характеристики.

На втором этапе анализировалось изменение показателей качества воды хозяйственно-бытового назначения без специально проведенной дополнительной очистки при фильтрации через фильтр с природным сорбентом. Фильтрация проводилась трижды, последовательно, для определения устойчивых эффектов влияния на характеристики воды.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ результатов первого этапа эксперимента показал, что для дистиллированной воды такие показатели, как pH, сухой остаток, аммиак и аммоний ион, железо, цинк и медь находятся в пределах ПДК (предельно допустимых концентрациях). Также стоит отметить, что для жесткости общей, щелочности, минерализации, хлора остаточного свободного и марганца ПДК не существует, так как данные показатели должны отсутствовать, если исследуемая вода является дистиллированной.

Наличие в фильтре измельченной ткани гриба привело к очевидным изменениям показателей качества дистиллированной воды (табл. 1), выразившимся в незначительном защелачивании, существенном увеличении сухого остатка; вода приобрела

общую жесткость с 0 до 0,2 моль/дм³, наблюдается повышение минерализации до 44,2 мг/л (заметим, что в дистиллированной воде данный показатель отсутствует. Предположительно произошел процесс сорбции

или механического задержания через поры грибным материалом железа (0,03 мг/л), цинка (0,177 мг/л) и меди (0,03 мг/л); в воде появилось незначительное количество марганца.

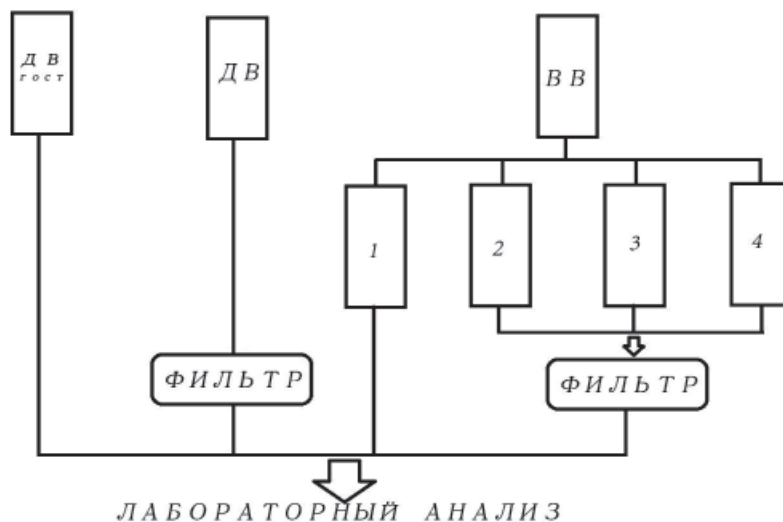


Рис. 1. Схема эксперимента:

ДВ – дистиллированная вода; ВВ – водопроводная вода: 1 – водопроводная вода без фильтрации на входе, 2 – водопроводная вода фильтрованная, проба № 1; 3 – водопроводная вода фильтрованная, проба № 2; водопроводная вода фильтрованная, проба № 3

Таблица 1

Изменение показателей качества дистиллированной воды при фильтрации через ткань плодового тела трутовика настоящего

№ п/п	Показатели	НТД на методы исследования	Ед. изм.	Значение характеристики	
				По НД	При фильтрации
1	рН	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97	един. рН	6	6,2
2	Сухой остаток	ГОСТ 6709-72	мг/дм ³	5	35,05
3	Жесткость общая		моль/дм ³		0,2
4	Аммиак и аммоний ион	ГОСТ 6709-72	мг/дм ³	0,02	3
5	Щелочность	ГОСТ 52963-2008	мг-экв/л		0,3
6	Минерализация	расчетный	мг/л		44,2
7	Хлор остаточный свободный	ГОСТ 18190-72	мг/л		н/о
8	Железо	ПНД Ф 14.1:2:4.139-98	мг/л	0,05	0,02
9	Цинк	ГОСТ 6709-72	мг/л	0,2	0,023
10	Марганец	ПНД Ф 14.1:2:4.139-98	мг/л		0,002
11	Медь	ПНД Ф 14.1:2:4.139-98	мг/л	0,02	0,017

На втором этапе эксперимента рассматривались показатели качества воды хозяйственно-бытового назначения без специально проведенной дополнительной очистки. Образцом послужила водопроводная вода, подающаяся в систему водоснабжения в центральной части г. Оренбурга. Качественные характеристики данной воды приводятся в табл. 2.

По данным табл. 2 можно сделать вывод, что показатели качества воды хозяйственно-бытового назначения находятся в пределах ПДК.

В результате серии последовательных фильтраций через ткань плодового тела гриба наблюдается достоверное изменение качественных характеристик воды. Результаты представлены на рис. 2. Так как зна-

чения показателей варьируются в широком диапазоне от тысячных долей до целых чисел, для наглядности некоторые показатели были уменьшены путем математических операций.

Таблица 2
Показатели качества хозяйственно-бытовой воды без фильтрации

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Значение характеристики
			По НД
1	pH	един. pH	7,5
2	Сухой остаток	мг/дм ³	1250
3	Жесткость общая	моль/дм ³	8,5
4	Аммиак и аммоний ион	мг/дм ³	0,022
5	Минерализация	мг/л	1250
6	Хлор остаточный свободный	мг/л	1
7	Железо	мг/л	0,3
8	Цинк	мг/л	0,2
9	Марганец	мг/л	0,1
10	Медь	мг/л	1

Проанализировав все полученные данные, можно прийти к выводу, что измельченное плодовое тело трутовика настоящего (*Fomes fomentarius*), использованное в качестве природного сорбента, весьма ощутимо изменило показатели качества дистиллированной и хозяйственно-бытовой воды.

Мы не можем утверждать, что уменьшение содержания металлов (железо, цинк, медь и марганец) в составе воды является доказательством избирательных сорбционных свойств данного вида гриба, так как он предварительно был высушен, измельчен и, возможно, утратил свойства, характерные для живого объекта. Весьма вероятно, что уменьшение содержания этих металлов в воде вызвано механическим задержанием, путем попадания в поры гриба. Данную версию можно применить и относительно уменьшения содержания в воде хлора остаточного свободного.

Стоит отметить, как возрос показатель содержания аммиака и иона аммония в составе воды хозяйственно-бытового назначения, что, скорее всего, связано с особенностями аккумулирующих свойств данного вида гриба; также снизился уровень pH и щелочности.

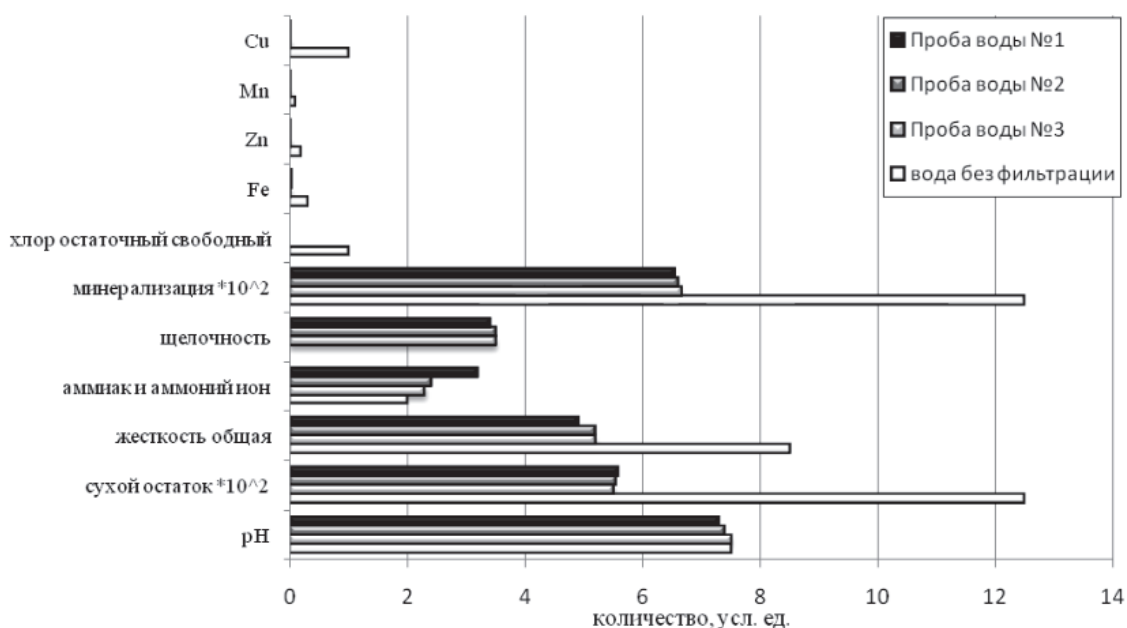


Рис. 2. Относительное изменение показателей хозяйственно-бытовой водой при последовательной фильтрации через ткань плодового тела трутовика настоящего

Заметно резкое снижение показателя жесткости воды, что свидетельствует о замещении тяжелых солей на более легкие при фильтрации. Так как в химическом составе трутовика настоящего прослежива-

ется повышенное содержание именно этих солей.

Резкое падение содержания растворенных газов в составе воды хозяйственно-бытового назначения указывает на сорбцион-

ные особенности использования данного вида гриба.

Даже при визуальном рассмотрении заметно увеличение содержания сухого остатка в воде в два раза, так как при проведении исследований нами было совершено механическое воздействие на структуру плодового тела трутовика настоящего, что повлияло на данный показатель качества воды хозяйственно-бытового назначения.

Таким образом, использование трутовика настоящего в качестве природного сорбента при фильтрации воды возможно, но остается необходимым проведение дальнейших исследований в данной области.

Список литературы

1. Алексашин Е.В. Очистка воды для бытовых нужд. – М.: Недра, 1993. – 136 с.
2. Беккер З.Э. Физиология грибов и их практическое использование. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. – 269 с.
3. Диксон М. Ферменты / М. Диксон, Э. Уэбб. – М.: Мир, 1982. – 960 с.
4. Егوشина Т.Л. Недревесные растительные ресурсы России. – М.: НИИ-Природа, 2005. – 309 с.
5. Киселева Л.А. Новые перспективы в исследовании хитина и хитозана / Л.А. Киселева, И.А. Николаев, Ю.Б. Грунин. – М.: Изд-во ВНИРО, 1999. – 196 с.
6. Новиков Ю.В. Вода и жизнь на земле / Ю.В. Новиков, М.М. Сайфутгинов. – М.: Изд-во «Наука», 1981. – 218 с.
7. Сафонов М.А. Трутовые грибы (Polyporaceae s.lato) лесов Оренбургской области // Микология и фитопатология. – 1999. – Т.33, Вып. 2, – С. 75–80.
8. Сафонов М.А. Трутовые грибы Оренбургской области. – Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2000. – 152 с.
9. Сафонов М.А., Шамраев А.В., Дволучанская Ю.В. Варьирование содержания тяжелых металлов в базидиомах ксилотрофных грибов в зависимости от их видовой принадлежности и свойств субстрата в условиях Южного Приуралья // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. – Электронный научный журнал (Online). ISSN 2303-9922. <http://www.vestospu.ru>. – 2013. – № 1 (5). – С. 47–53
10. Биоразнообразие афиллофоровых грибов Урала / А.Г. Ширяев, В.А. Мухин, Х. Котиранта, И.В. Ставищенко, С.П. Арефьев, М.А. Сафонов, Д.А. Косолапов // Биологическое разнообразие растительного мира Урала и сопредельных территорий // Матер. Всеросс. конф. с междунар. участием. – Екатеринбург, 28 мая – 1 июня 2012 г., – Екатеринбург: Гошицкий, 2012. – С. 311–313.

References

1. Aleksashin E.V. *Ochistka vody dlya bytovykh nuzhd* [Purification of water for domestic needs. Moscow: Nedra, 1993. 136 p.
2. Becker Z.E. *Fiziologiya gribov i ikh prakticheskoe ispolzovanie* [Physiology of fungi and their practical use]. Moscow: Publishing house of Moscow University, 1963. 269 p.
3. Dixon M., Webb E. *Fermenty* [Enzymes]. Moscow: Mir, 1982. 960 p.
4. Egoshina T.L. *Nedrevesnye rastitelnye resursy Rossii* [Non-timber plant resources of Russia]. Moscow: NIA-Prroda, 2005. 309 p.
5. Kiseleva L.A., Nikolaev I.A., Grunin Yu.B. *Novye perspektivy v issledovanii khitina i khitozana* [New perspectives in the study of chitin and chitosan]. Moscow: Izd-vo VNIRO, 1999. 196 p.
6. Novikov Yu.V., Sajfutginov M.M. *Voda i zhizn na Zemle* [Water and life on Earth]. Moscow: Nauka, 1981. 218 p.
7. Safonov M.A. *Trutovye griby (Polyporaceae s.lato) lesov Orenburgskoj oblasti* [Polyporus fungi (Polyporaceae s.lato) of the forests of the Orenburg region // Micology and phytopathology. Vol. 33, no. 2, 1999. pp. 75–80.
8. Safonov M.A. *Trutovye griby Orenburgskoj oblasti* [Polyporus fungi of the Orenburg region]. Orenburg: Publishing house of the OGPU, 2000. 152 p.
9. Safonov M. A., Shamraev A.V., Dvoluchanskaya Yu.V. *Variirovanie soderzhania tyazholykh metallov v basidiomakh ksilotrofnikh gribov v zavisimosti ot ikh vidovoy prikladnosti i svoystv substrata v usloviyakh Yuzhnogo Priuralya* [The variation of the concentration of heavy metals in basidiomata xylo-trophic fungi distribution depending on their species and properties of the substrate in the conditions of southern Ural // Vestnik of the Orenburg State Pedagogical University. The electronic scientific journal (Online). ISSN 2303-9922. <http://www.vestospu.ru>, 2013. no. 1 (5). pp. 47–53.
10. Shiryayev A.G., Mukhin V.A., Kotiranta H., Stavishenko I.V., Arefiev S.P., Safonov M.A., Kosolapov D.A. *Bioraznoobrazie afilloforovykh gribov Urala* [Biodiversity of the aphyllororous fungi of the Urals] // Biological diversity of plants of the Urals and adjacent territories. Proceedings of All-Russian conference with international participation. Ekaterinburg, May 28 June 1, 2012, Ekaterinburg: Goshchitskii, 2012. pp. 311–313

Рецензенты:

Русанов А.М., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой общей биологии, ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург;

Паршина Т.Ю., д.б.н., доцент, профессор кафедры зоологии, экологии и анатомии, ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный педагогический университет», г. Оренбург.

Работа поступила в редакцию 27.06.2013.