

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 57.084.2

ОПЫТ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЧАГИ (*INONOTUS OBLIQUUS*) НА ДЕРЕВЬЯХ МАЛОГО ДИАМЕТРА В ПОСТАГРОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

© 2024 г. С. Г. Парамонов^{1,*}, В. В. Перелыгин^{1,**}, М. В. Жариков^{1,***}

¹ Санкт-Петербургский химико-фармацевтический университет Минздрава России, 197376 Санкт-Петербург, Россия

*e-mail: sergei.paramonov@pharminnotech.com

**e-mail: vladimir.pereligin@pharminnotech.com

***e-mail: zharikov.mihail@pharminnotech.com

Поступила в редакцию 20.06.2023 г.

После доработки 15.07.2023 г.

Принята к публикации 28.12.2023 г.

В Плюсском р-не Псковской обл. был проведен эксперимент по заражению берез возбудителем чаги *Inonotus obliquus* в постагрогенном березняке 18-летнего возраста. Через 10 лет эксперимента на шести деревьях из десяти были обнаружены стерильные наросты чаги, у одного дерева обнаружено вздутие коры, а одно дерево погибло от *Phellinus nigricans*. Инфицированные деревья продолжали расти со скоростью, не отличающейся от роста остальной части леса. Стерильные наросты в основном располагались выше места инокуляции. Исследование показало, что получение сырья чаги может быть рассмотрено в качестве дополнительной формы лесопользования в условиях Нечерноземья.

Ключевые слова: береза, инокуляция, культивирование, лекарственное грибное сырье, чага.

DOI: 10.31857/S0026364824010073, **EDN:** lyqffr

Inonotus obliquus (Fr.) Pilát (*Basidiomycota*, *Hymenochaetales*) — вид, имеющий широкую известность как возбудитель чаги. В народной медицине стерильные наросты на стволах живых деревьев лиственных пород, вызванные деятельностью *I. obliquus* и именуемые чагой, используются в качестве биоактивного ингредиента (Shikov et al., 2014) и являются перспективным лекарственным сырьем (Zmitrovich et al., 2020a, 2020b). Чага была включена в Государственную фармакопею СССР в начале 1960-х гг. как общеукрепляющее и профилактическое средство, рекомендованное к применению при заболеваниях желудочно-кишечного тракта (State, 2018). Интерес потребителей к использованию недревесных лесных продуктов в качестве пищевых добавок продолжает расти (Vidale et al., 2015), что в некоторых странах Северной Европы, в частности в Финляндии, нашло отражение в практике т.н. многоцелевого лесопользования (концепция управления лесами с целью производства как древесных, так и недревесных продуктов) (Vanhanen et al., 2014; Verkasalo et al., 2017).

Промышленное культивирование грибов имеет давнюю историю, и в настоящее время

грибоводство представляет собой масштабную глобальную отрасль. Такие роды, как *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* и *Flammulina* составляют около 85% мирового производства грибной биомассы (Royse, 2014). Инокуляция грибным мицелием живых деревьев используется реже (Bednarz, 2013; Abrego et al., 2016), но для *I. obliquus* это единственный способ получения сырья, поскольку чага образуется только на живых деревьях (Blanchette, 1982; Piętko, Grzywacz, 2006; Park et al., 2010; Vanhanen et al., 2014; Silvan, Sarjala, 2017).

Ранее в исследованиях по культивированию *I. obliquus* сообщалось о неудачном опыте искусственного заражения дерева, связанном с конкуренцией мицелиев (Piętko, Grzywacz, 2006), а также удавшихся опытов по инокуляции древесины мицелием гриба (Silvan, Sarjala, 2017).

Согласно данным Сельскохозяйственной переписи 2016 г., в Российской Федерации насчитывается 12% заброшенных сельскохозяйственных земель, а в Северо-Западном Федеральном округе эта проблема особенно актуальна, поскольку 33% сельскохозяйственных земель региона являются заброшенными. В этой связи опыт финских

коллег в области “многоцелевого лесопользования” и, в частности, получения сырья чаги с древостоев, развивающихся в постагрогенных сообществах, может быть востребован в отечественном лесоводстве.

Цель данного исследования заключалась в изучении возможности заражения грибом *I. obliquus* молодых березовых древостоев на 10 модельных деревьях 18-летнего возраста. Аналогичные эксперименты, проведенные в Финляндии на более широком объеме деревьев различных возрастов и диаметров, показали положительные результаты уже через 4–5 лет (Miina et al., 2021). Наши наблюдения продолжались 10 лет.

Исследование было проведено на участке с кадастровым номером 60: 16: 061401: 21, расположенном в Плюсском р-не Псковской обл. В северной части участка выделен лесной фрагмент с формулой древостоя 10Б + С + Ив, полнота 0.7. Почва в этом месте характеризуется песчаной и рыхлой структурой, а пахотный горизонт имеет толщину около 20 см. До 1995 г. данный участок использовался для выращивания картофеля. На момент начала эксперимента возраст древостоя составлял 18 лет. Высота древостоя ~20 м. Материал для инокуляции (кубические кусочки древесины, инфицированной *I. obliquus*) собран на территории, прилегающей к объекту лесного фонда в 203 кв. Житковицкого л-ва. В июле 2013 г. была произведена инокуляция 10 деревьев березы (*Betula pubescens*) диаметром 12 см путем надрубания топором на высоте 160–170 см и помещения около 10 г светлой части мицелия в расщеп. Процесс искусственного инфицирования проводили вдоль границы выделенного

участка, начиная с опушки и продвигаясь в глубь древостоя с востока на запад.

В 2023 г. живые и инокулированные березы были подвергнуты перебору. Для сортировки использовали два признака: наличие вздутия ствола и видимые наросты. Березы с вздутием ствола (рис. 1) или видимыми наростами (рис. 2) рассматривали в качестве успешно инокулированных.

Большинство (семь из десяти) зараженных деревьев проявляли признаки прогрессирующего поражения *I. obliquus* (желваки на коре, растрескивание коры с выделением бурого экссудата, появление наростов чаги) (табл. 1). Наросты чаги появились преимущественно над местом инокуляции (на дереве № 7 часть стерильных наростов появилась ниже места инокуляции), с восточной (а также северо-восточной или юго-восточной) сторон. Одно из деревьев отмерло, а на сломанном стволе было обнаружено плодовое тело *Phellinus nigricans*. Остальные деревья продолжали расти со скоростью, не отличающейся от скорости роста насаждения.

Некоторые деревья, помимо видимого поражения *Inonotus obliquus*, как оказалось, были естественным образом инфицированы ложным трутовиком (*Phellinus nigricans*) (рис. 3). Интересно отметить, что береза, ствол которой несет наибольшее количество наростов чаги, также поражена *Ph. nigricans*.

Помимо симптомов, наблюдавшихся на экспериментальной площадке, отек и экссудация также отмечены на не заражавшихся специально деревьях в непосредственной близости от площадки.

Таблица 1. Результаты эксперимента по заражению *Inonotus obliquus* 10 модельных деревьев березы

№ дерева	Диаметр дерева на высоте груди, см (2013/2023 гг.)	Размеры стерильных наростов, см	Высота расположения стерильных наростов, см	Дополнительно
1	12/14	6 × 4	180	вздутие коры
2	12/16	6 × 8	170	
3	12/14	6 × 6	350	
4	12/14	—	—	
5	12/17	20 × 8	180	<i>Phellinus nigricans</i>
6	12/17	8 × 10	240	
7	12/17	8 × 10; 8 × 10; 4 × 4; 4 × 4; 5 × 4	170	
8	12/12	—	—	
9	12/14	—	—	сухостой, <i>Ph. nigricans</i>
10	12/14	—	—	



Рис. 1. Вздутие ствола березы с вскрывающейся корой и истекающим экссудатом чаги.



Рис. 3. Дерево, пораженное *Inonotus obliquus* и *Phellinus nigricans*.



Рис. 2. Видимые стерильные наросты чаги.

Возможно, речь идет о вторичном естественном заражении *Inonotus obliquus* от ранее искусственно зараженных деревьев.

Инокуляция *I. obliquus* берез небольшого диаметра (12 см) на ранней стадии формирования древостоя привела к инфицированию грибом 70% растений, что вполне проявилось в течение 10 лет наблюдений. Отметим, что в естественных условиях поражение древостоев этим патогеном происходит на более поздних стадиях — преимущественно начиная с 40-летнего возраста (Chertov et al., 2011; Kuzmichev, 2013). Согласно таблицам хода роста нормальных березовых насаждений (по Н.Я. Саликову) исследуемый период роста березового насаждения соответствует с 20 до 30 лет с изреживанием с 2065 до 1120 стволов на гектар, при 1а классе бонитета (Goroshev, 1980). Наш эксперимент закончился по достижении деревьями 28-летнего возраста, но по достижении 40-летнего возраста многие из привитых деревьев могут погибнуть, что является решающим фактором при расчете продуктивности *I. obliquus*. Однако в целом можно констатировать, что искусственное заражение поствагеновых березняков Нечерноземья возбудителем чаги может быть успешным и рентабельным с ресурсоэкономической точки зрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Abrego N., Oivanen P., Viner I. et al. Reintroduction of threatened fungal species via inoculation. *Biol. Conserv.* 2016. V. 203. P. 120–124.
- Bednarz J.C., Huss M.J., Benson T.J. et al. The efficacy of fungal inoculation of live trees to create wood decay and wildlife-use trees in managed forests of western Washington, USA. *Forest Ecol. Manag.* 2013. V. 307. P. 186–195.
- Blanchette R.A. Progressive stages of discoloration and decay associated with the canker-rot fungus, *Inonotus obliquus*, in birch. *Phytopathology.* 1982. V. 72 (10). P. 1272–1277.
- Chertov O.G., Gryazkin A.V., Komarov A.S. et al. Dynamic modeling in forestry. SPb., 2011 (in Russ.).
- Goroshev B.I., Sinitsyn S.G., Moroz P.I. et al. Forest taxation guidebook. 2nd ed. Moscow, 1980 (in Russ.).
- Kantemirova D. Ch., Bazaev A.B., Gryazkin A.V. et al. Strategy for the use of abandoned agricultural lands. In: Current problems of ecology and conservation of biodiversity. Vladikavkaz, 2008, pp. 219–222 (in Russ.).
- Kuzmichev V.V. Patterns of forest stand dynamics: principles and models. Nauka, Novosibirsk, 2013 (in Russ.).
- Miina J., Peltola R., Veteli P. et al. Inoculation success of *Inonotus obliquus* in living birch (*Betula* spp.). *Forest Ecol. Manag.* 2021. V. 492. e119244. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119244>
- Park H., Ka K.-H., Lee B.-H. et al. Fruit-body production in *Inonotus obliquus* on living *Betula platyphylla* var. *japonica*. *Korean J. Mycol.* 2010. V. 38. P. 83–84.
- Piętka J., Grzywacz A. Attempts at active protection of *Inonotus obliquus* by inoculating birches with its mycelium. *Acta Mycologica.* 2006. V. 41. P. 305–312.
- Pilz D. Chaga and other fungal resources: Assessment of sustainable commercial harvesting in Khabarovsk and Primorsky Krai, Russia. In: Report prepared for Winrock International, Morrilton, Arkansas and the Forest Project. Khabarovsk, 2004, pp. 1–54.
- Royse D.J. A global perspective on the high five: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* and *Flammulina*. In: Proceedings of the 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products. New Deli, 2014, pp. 1–6.
- Shikov A.N., Pozharitskaya O.N., Makarov V.G. et al. Medicinal plants of the Russian Pharmacopoeia, their history and applications. *J. Ethnopharmacol.* 2014. V. 154 (3). P. 481–536. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.04.007>
- Silvan N., Sarjala T. Cultivation and antioxidative properties of pakuri (*Inonotus obliquus*) on low-productive peatland forests. In: R. Peltola (ed.). Conference on non-timber forest products and bioeconomy. Rovaniemi, 2017, pp. 1–63.
- State Pharmacopoeia of the Russian Federation of the XIV edition was approved by order of the Ministry of Health of Russia dated October 31, 2018 N749 “On the approval of general pharmacopoeial monographs and pharmacopoeial monographs and the recognition as invalid of some orders of the Ministry of Health and Medical Industry of Russia, the Ministry of Health and Social Development of Russia and the Ministry of Health of Russia”. Moscow, 2018 (in Russ.).
- Vanhanen H., Peltola R., Ahtikoski A. et al. Cultivation of Pakuri (*Inonotus obliquus*) — potential for new income source for forest owners. In: 10th International Mycological Congress. Bangkok, 2014, p. 418.
- Verkasalo E., Heräjärvi H., Möttönen V. et al. Current and future products as the basis for value chains of birch in Finland. In: V. Möttönen, E. Heinonen (eds). Proceedings of the 6th International Scientific Conference on Hardwood Processing. Helsinki, 2017, pp. 81–96.
- Vidale E., Da Re R., Lovric M. et al. International trade of the NWFP: Any opportunity for the Italian forest sector? In: O. Ciancio, (ed.). Proceedings of the Second International Congress of Silviculture, Designing the Future of the Forestry Sector, Florence, 2015, pp. 734–753.
- Zmitrovich I.V., Denisova N.P., Balandaykin M.E. et al. Chaga and its bioactive complexes: history and prospects. *Pharmacy Formulas.* 2020a. V. 2 (2). P. 84–93 (in Russ.). <https://doi.org/10.17816/phf34803>
- Zmitrovich I.V., Vlasenko V.A., Perelygin V.V. et al. Prevention and treatment of cancer using raw materials of “medicinal mushrooms”: criticism, facts, promising problems. *Pharmacy Formulas.* 2020b. V. 2 (4). P. 118–127 (in Russ.). <https://doi.org/10.17816/phf55224>
- Горошев Б.И., Синицын С.Г., Мороз П.И. и др. (Goroshev et al.) Лесотаксационный справочник. 2-е изд. М.: 1980. 288 с.
- Государственная фармакопея Российской Федерации (The State) XIV изд-е, утв. приказом Минздрава России от 31 октября 2018 г. № 749 “Об утверждении общих фармакопейных статей и фармакопейных статей и признании утратившими силу некоторых приказов Минздравмедпрома России, Минздравсоцразвития России и Минздрава России”, действует с 01.12.2018. М., 2018.
- Змитрович И.В., Власенко В.А., Перельгин В.В. и др. (Zmitrovich et al.) Профилактика и лечение рака с использованием сырья “лекарственных грибов”: критика, факты, перспективные проблемы // *Формулы Фармации.* 2020. Т. 2. № 4. С. 118–127.
- Змитрович И.В., Денисова Н.П., Баландайкин М.Э. и др. (Zmitrovich et al.) Чага и ее биоактивные комплексы: история и перспективы // *Формулы Фармации.* 2020. Т. 2. № 2. С. 84–93.
- Кантемирова Д.Ч., Базеев А.Б., Грязькин А.В. и др. (Kantemirova et al.) Стратегия использования заброшенных земель сельскохозяйственного назначения // *Актуальные проблемы экологии: сб.*

- статей Всероссийской научной конференции. Владикавказ: СОИГСИ, 2008. С. 219–222.
- Кузьмичев В.В. (Kuzmichev) Закономерности динамики древостоев: принципы и модели. Новосибирск: Наука, 2013. 208 с.
- Чертов О.Г., Грязькин А.В., Комаров А.С. и др. (Chertov et al.) Динамическое моделирование в лесном хозяйстве. СПб.: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2011. 64 с.

Experimental infection of small-diameter trees with chaga (*Inonotus obliquus*) in a postagrogenous birch forest

S.G. Paramonov^{a,#}, V.V. Perelygin^{a,##}, and M.V. Zharikov^{a,###}

^a St. Petersburg Chemical and Pharmaceutical University of the Ministry of Health of Russia,
St. Petersburg, Russia

[#]e-mail: sergei.paramonov@pharminnotech.com

^{##}e-mail: vladimir.pereligin@pharminnotech.com

^{###}e-mail: zharikov.mihail@pharminnotech.com

In Plyussky district of the Pskov region, an experiment was carried out to infect birch trees with the Chaga pathogen *Inonotus obliquus* in an 18-year-old postagrogenic birch forest. After 10 years of the experiment, sterile bodies of Chaga were found on six out of ten trees, swelling of the bark was found in one tree, and one tree died from *Phellinus nigricans*. Infected trees continued to grow at a rate no different from the rest of the forest. Sterile growths were mainly located above the inoculation site. The study showed that the production of Chaga raw materials can be considered as an additional form of forest management in the Non-Black Earth Region of Russia.

Keywords: birch, Chaga, cultivation, inoculation, medicinal mushroom raw materials.