

УДК 632.928

### НАЧАЛА СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В ИЗУЧЕНИИ ЭКОЛОГИИ И БИОЛОГИИ КСИЛОТРОФНОГО БАЗИДИОМИЦЕТА *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil.

**М.Э. Баландайкин**

ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет»,  
г. Ульяновск

Рецензент д-р с.-х. наук, профессор К.И. Карпович

**Ключевые слова и фразы:** деструкция; макромицеты; тяжелые металлы; *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil.

**Аннотация:** Освящен ряд вопросов, касающихся изучения экологии и биологии трутового гриба *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil. и затрагивающих наиболее существенные моменты выявления специфики пространственной структуры патогена в разрезе парцеллирующих элементов, индикации и биологических особенностей возбудителя. Приведен подробный анализ отечественных и зарубежных литературных источников за последнее время по актуальным проблемам изучения природы патогена.

Лигнинразрушающий макромицет *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil. (*I. obliquus*) отличается широким ареалом распространения (в Российской Федерации – вся европейская часть, Западная Сибирь, Дальний Восток, Северный Кавказ и Урал), в круг поражаемых им пород наряду с общеизвестным растением-хозяином березой также входят ольха, рябина, вяз, клен, бук [24]. Все же из-за специфики биологии этого возбудителя образовывать наросты исключительно на местах отломанных сучков, морозобоин, солнечных ожогов и всевозможных механических повреждений коры дерева [20] и, как следствие этого, относительно низкой степени встречаемости патогена в лесах исторически обуславливается скудный прирост информации в области экологии гриба. Тем не менее, в литературных источниках можно встретить отдельные моменты экологических исследований скошенного трутовика, но и они, как правило, приурочены к совокупному анализу региональных ксиломицобиот.

---

Баландайкин Михаил Эдуардович – аспирант кафедры «Лесное хозяйство» Института медицины, экологии и физической культуры, e-mail: 131119892007@rambler.ru, ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск.

К примеру, системный анализ биоты дереворазрушающих грибов (ксиломикобиоты), в том числе косотрубчатого трутовика, на территории Западной Сибири и позже ряда других, в основном российских, регионов осуществлен С.П. Арефьевым. В работах [6, 9, 12] автором представлен общий видовой состав и экологическая характеристика дереворазрушающих грибов Иевлевского, Новотаповского, Юргинского, Таволжанского, Южного, Тундрового заказников и Тарманского лесоболотного комплекса Тюменской области. Отмечено, что *I. obliquus* отсутствует в Новотаповском заказнике и редко встречается в остальных заказниках области, что показывает лишь некоторую угнетенность березы, и объясняется, в первую очередь, сравнительно высоким бонитетом местных древостоев. В Тарманском лесоболотном комплексе гриб также немногочислен и отсутствует в горельнике. В целом по Западной Сибири зараженность трутовиком скошенным составляет 5,5 %, достигая наибольшей численности в долине Яходыха на Ямале – самом северном лесном массиве с участием березы. Ценооптиум приходится на лесотундру, в меньшей степени на лесостепь. Гриб характерен для естественных лесов, произрастающих в пессимальных условиях с увеличением численности в импактных лесах и ее снижением в сильно нарушенных местообитаниях [1]. Примечателен и тот факт, что даже в типичных условиях для серийных сообществ, далеких от климаксовой фазы (к примеру, березняк черничный – 6БЗК1Ос ед. СПЕ на территории Аганского нефтяного месторождения Среднего Приобья), благоприятствующих обильному развитию ксиломикобиоты, численность *I. obliquus* возрастает, но все в тех же пропорциях уступает базальным видам, относительное преобладание которых (47 % консорции) показывает лесной тип сообщества [2].

Исследования [5], касающиеся влияния интродукции древесных видов и ввоза древесины на формирование сообществ ксилотрофных грибов на территории Западной Сибири, показали, что в условиях арктического побережья Ямала привозная древесина разрушается адвентивными грибами, соответствующими ее размерным характеристикам и состоянию. При этом многие эврибионтные адвенты в несвойственных им гидротермических условиях развиваются нормально. В южных районах Западной Сибири, напротив, интродукция не ведет к появления новых видов дереворазрушающих грибов в силу напряженной межвидовой конкуренции. *I. obliquus* почти отсутствует на привозной древесине.

В статье [4] С.П. Арефьев рассматривает консорцию березы – эврибионтного лесообразователя Западной Сибири, на основе которой предлагает методику матричной микоиндикации состояния леса. В каждом зональных консортивных сообществах он выделяет от 4 до 6 наиболее четко дистанцированных группировок макромицетов, в которых *I. obliquus* занимает конкретное место: в зоне лесотундры и голоарктических лесов – третий кластер (ценотическую плеяду), соответствующий видам гигрофильно-эврибионтного транскортикально-паразитического концентрата, характерным для естественных насаждений; в северной тайге также третий кластер, отнесенный под виды, которые свойственны для редкостойных лесов северной тайги, в подкластер А – спелых и перестойных лесов; в средней

тайге – второй кластер (виды, характерные для худших лесорастительных условий), первый подкластер – грибы, свойственные сухим редкостойным водораздельным лесам зоны; в южной тайге – второй кластер (виды, характерные для редколесий), второй подкластер – заболоченные леса; в подтайге – первый кластер, где присутствуют виды, характерные для зональных лесов, нарушенность которых сравнительно невелика; в лесостепи – второй кластер (виды, характерные для лесостепных мелколесий как недавно пройденных пожаром, так и давно не горевших).

На примере данного кластерного анализа можно проследить в основном экологическое поведение видов под действием преобладающего в данной зоне фактора. Матричный анализ, носящий многофакторный характер, который дает оценку экологической координации видов, С.П. Арефьевым представлен в работах [3, 7, 8, 10]. Автором приводится 4-мерная гиперпространственная матрица, координирующая виды грибов в системе: жизненное состояние древесного субстрата – гидротермический режим внешней среды – размер субстрата – сукцессия грибов в ходе разложения древесины. Также в работе [11] им предложена дифференциация ксиломикоценозов на функциональные ценогические группировки и построены спектры их зонально-ценотипического сходства.

О зараженности биотрофными видами афиллофороидных грибов лесных массивов Академгородка г. Новосибирска можно судить из работы [15], проведенной В.А. Власенко. Автор также исследовал состав и структуру биоты трутовых грибов сосновых лесов правобережья Верхнего Приобья [16]. Степень встречаемости паразитных дереворазрушающих грибов в государственном музее-заповеднике И.С. Тургенева «Спасское-Лутовиново» изучили С.В. Волобуев и С.Ю. Волкова [17].

Видовой состав фитопатогенов в старинных парках Витебской области подробно рассмотрен Н.А. Галынской и И.М. Гаранович [19], где *I. obliquus* помимо березы отмечен еще и на ясене. Как на один из наиболее часто встречающихся и вредоносных видов лигнинразрушающих грибов ольхи черной (*Alnus glutinosa*) в национальном парке Передней Померании (Германия) – трутовик скошенный, указали J. Schumacher, P. Heydeck и A. Roloff [35]. Санитарное состояние насаждений Лисинского учебно-опытного лесхоза описано Е.А. Арковенко [13]. Здесь трутовик косой – один из наиболее часто встречающихся представителей ксиломикобиоты. Нередкую степень встречаемости *I. obliquus* в смешанных насаждениях Ангаро-Илимского водораздела, расположенного на севере Иркутской области отмечает также С.М. Музыка [26]. Аналогичную картину показал трутовик косотрубчатый и при исследовании структуры ксилопаразитных трутовых грибов на территории Звенигородской биологической станции Т.Н. Барсуковой и О.В. Мамедовой [14], где не только наблюдается повсеместное распространение гриба на старых или ослабленных растущих березах, но и, как следствие этого, причиняется им наиболее ощутимый вред. О фитосанитарном состоянии березовых насаждений имеются данные в работе Н.И. Гаврицковой и Т.Х. Гордеевой по фитофильным микромицетам лиственных пород в различных экологических ситуациях г. Йошкар-Олы [18].

Помимо экологических исследований все чаще стали предприниматься попытки, направленные на изучение биологии возбудителя, освещение вопросов, касающихся детерминации устойчивого онтогенетического развития вида, и, уже от этого, выявление биоиндикаторных свойств макромицетов.

Работу по созданию коллекции культур базидиальных макромицетов, произрастающих на юге Западной Сибири (Новосибирская и Томская области, Алтайский край, Горный Алтай) провели И.А. Горбунова и др. [28]. Ими, в том числе, выделен в культуру штамм СА – *I. obliquus* с окр. ст. Лосиха Первомайского района Алтайского края от 11.08.2008 *I. obliquus* (количеством 13 штаммов) также входит в Коллекцию культур базидиомицетов Ботанического института имени В.Л. Комарова РАН – ЛЕ (БИН), содержащую 1325 штаммов 482 видов базидиомицетов [27].

Современный анализ семейства *Hymenochaetaceae* в Китае подробно дает Yu-Cheng Dai [34]. Автором представлено 170 видов из 32 родов (140 видов снабжено цветными фотографиями) и обсуждена их таксономия. Отмечено, что трутовик скошенный в Китае встречается реже, чем в Европе. В работе [33] В.-К. Сие, Р. Ду и У.-С. Даи описывают еще три новых вида из рода *Inonotus*, встречающихся в Китае: *I. acutus*, *I. chrysomarginatus* и *I. rigidus*.

Процесс деструкции древесины березы трутовиком скошенным исследовал R.A. Blanchette [32]. На электронном микроскопе с использованием методов гистологии он рассматривает древесину в разных стадиях разложения и приходит к выводу, что *I. obliquus* всякий раз преодолевает химические и морфологические барьеры, производимые деревьями в ответ на повреждение и инфекцию, как только они возникают.

Данный трутовик не похож на большинство других дереворазрушающих грибов тем, что может провоцировать либо полностью осуществлять разрушение основных клеток, формирующих дерево. Это позволяет ему непрерывно проникать в толщу дерева и осуществлять лизис недавно сформированных клеток. Хотя хозяин отвечает каждый раз, когда камбиальные клетки уничтожены, самый сильный барьер – клетки, которые образуются после поражения, может преодолеваться.

Гриб также способен к неоднократному перемещению и вне морфологических и химических барьеров. Функции каркаса по нивелированию деструкции перемещаются из ксилемы, но, очевидно, не играют никакой роли при действии патогена из-под коры. Внутренние барьеры (то есть, сосуды и окклюзия паренхимы) также могут быть преодолены и разрушены.

Обычно при гниении древесины сукцессия микроорганизмов изменяет и детоксифицирует субстрат, обеспечивая, в конечном счете, окружающей средой подходящую для колонизации ксилотрофной микробиоты. *I. obliquus* не нуждается в подобных изменениях.

Если до данного исследования существовало убеждение, что виды *Betula* не формируют окклюзии сосуда в ответ на поражение, благодаря чему микроорганизмы способны проникать в сосуды, то в представленной работе автор его опровергает, обнаружив обширную окклюзию сосудов

*B. papyrifera* при развитии на ней косо́го трутовика. Живые клетки хозяина по-разному отвечают на повреждения, вызванные *I. obliquus* и прочими патогенами. А, непосредственно, валидная ответная реакция питающего растения, заключающаяся в прямом потенцировании компартментации и способности камбиальных инициалей совместно с паренхимой ствола формировать обтурацию трансдуцирующей системы при ксилотрофизме, и вовсе наблюдается лишь в случае с трутовиком скошенным. Окклюзия сосуда в березе может быть инициирована реакцией хозяина на ферменты и другие вещества, произведенные *I. obliquus*, или сформирована из материалов самого гриба. Когда камбий уничтожен, дерево реагирует и на это. В таком случае реакция хозяина не приводит к однородно окклюдированным тканям. Вместо этого одни области окклюдированы более экстенсивно, чем другие. Когда гриб увеличивает площадь деструкции, в большей степени включается эффект зон. Хотя *I. obliquus* может колонизировать и разрушить окклюзию в сосуде и клетках паренхимы, все же разложение включенных областей идет значительно медленнее. Напротив, области, не содержащие окклюзии, быстро разрушаются. Поскольку гниль увеличивается, внутренний каркас дерева становится менее эффективным барьером, и *I. obliquus* непрерывно вторгается в новую ксилему.

Представление о повышенном антиоксидантном статусе ксилотрофных базидиомицетов белой гнили как биохимической адаптации, обеспечивающей их выживание в условиях окислительного стресса, связанного со свободнорадикальными реакциями, протекающими в процессе деструкции лигнина этими грибами сформулировал А.Н. Капич [23]. По словам автора, токоферолы не оказывают существенного влияния на суммарную антиокислительную активность, а вопрос о способности к биосинтезу каротиноидов (кетокаротиноидные кислоты показывают высокую активность) ксилотрофными базидиомицетами остается открытым; наиболее выраженными антиокислительными свойствами обладают полифенолы и флавоноиды.

Развитие базидиом скошенного трутовика на сухостое и срубленных деревьях березы желтой (*Betula alleghaniensis* Britt.), а также различных вариантах механического изменения первоначального субстрата (обескоренных срубленных деревьях, непосредственно измельченных и др.) изучал Р.А. Zabel [36]. Самое большое число базидиом им было обнаружено на срубленных обескоренных и измельченных срубленных деревьях, наименьшее же – на просто срубленных. Базидиокарпы развивались в период от 7 до 12 лет. Область гниения перемещалась внутрь в пределах 0,3...2,5 см от внешней стороны заболони к месту возрастающего давления и последующего развития плодового тела гриба. Базидиомы развивались в непосредственной близости от бесплодных наростов.

Исследования по аккумуляции радионуклидов макромицетами в лесных экосистемах на территории лесхозов Инзенского, Сурского и Новоспасского районов Ульяновской области в результате аварии на Чернобыльской АЭС провела У.П. Зырянова [21]. По ее данным *I. obliquus* занимает второе место в общем ряду дереворазрушающих грибов по степени накопления радионуклидов (К-40 –  $(969,8 \pm 828,2)$  Бк/кг, Th-232 –

( $0 \pm 111$ ) Бк/кг, Ra-226 – ( $88,65 \pm 169,4$ ) Бк/кг), уступая лишь *Pluteus cervinus*, хотя характеризуется невысоким содержанием Cs-137 ( $201 \pm 86,74$ ) Бк/кг; возможно, это объясняется уникальными свойствами гриба к связыванию радиоактивных изотопов (благодаря таким свойствам чай из чаги способен выводить радионуклиды из организма). Основные факторы, влияющие на накопление радионуклидов грибами, выделяет У.П. Зырянова: способ питания самого гриба и вид его субстрата, почвенные факторы (трофность и влажность), дополнительное действие других поллютантов и антропогенного влияния, тип лесной растительности и плотность загрязнения почвы радионуклидами.

Аккумуляцию тяжелых металлов и мышьяка базидиомами макромицетов различных эколого-трофических и таксономических групп лесных экосистем Приволжской лесостепи в пределах Пензенской области в течение трех лет изучали А.И. Иванов, А.А. Костычев и А.В. Скобанев [22]. Здесь *I. obliquus* лидирует по биоабсорбции марганца – 184,32 мг/кг, при средней концентрации этого элемента в плодовых телах макромицетов всех видов – 27,99 мг/кг (вероятно, это связано с тем, что марганец, обладающий переменной валентностью, входит в состав лигнипероксидазы – внеклеточного фермента, осуществляющего разложение лигнина [30]). В целом авторами установлено, что ксилотрофные базидиомицеты накапливают в своих плодовых телах железо, марганец и хром в больших концентрациях, чем представители всех других эколого-трофических групп. Сапротрофы проявляют склонность к накоплению цинка, свинца и мышьяка. Кобальт активно накапливают микоризообразующие базидиомицеты.

Механизм сорбции тяжелых металлов грибами меланинами обстоятельно изучался В.П. Курченко с сотрудниками [25]. Ими установлено, что меланин из *I. obliquus* имеет 25 центров связывания ионов  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$ , а также образует наиболее прочное взаимодействие с ионами свинца. При комплексообразовании меланинов с металлами происходит освобождение протонов и снижение pH среды.

Работу по предпочтительности сорбции ионов тяжелых металлов биомассой базидиальных грибов, выращенных в условиях глубинного культивирования, провели Н.М. Ровбель и И.А. Гончарова [29]. Они пришли к выводу, что при одновременном присутствии в среде различных тяжелых металлов, ионы кадмия и свинца будут связываться в первую очередь и лишь затем – ионы микроэлементов; темноокрашенный мицелий *I. obliquus* имеет наименьшую разницу в  $K_d$  (коэффициент распределения) всего изученного спектра металлов, что свидетельствует об относительно невысокой селективности меланинсодержащей биомассы.

Эффект тяжелых металлов на росте базидиомицетов изучали Р. Valdrian и J. Gabriel [31]. Согласно сведениям авторов наиболее токсичными тяжелыми металлами, вызывающими ингибирование устойчивого роста базидиомицетов оказались ртуть, кадмий и кобальт. Самый токсичный металл – ртуть, полностью останавливал рост всех исследованных грибов на концентрациях 0,05...0,50 ммоль/л. Грибы отличались по чувствительности к кадмию; самым чувствительным оказался *I. obliquus*, который прекращал свой рост при концентрации Cd выше 0,1 ммоль/л. Ток-



сичность тяжелых металлов была ниже в богатой, сложной среде. С другой стороны, такие металлы, как свинец и медь не оказались токсичными даже при миллимолярных концентрациях.

Подводя итог всему вышеизложенному, можно сказать, что системный подход, направленный на обстоятельное изучение биологии и экологии гриба и позволяющий, таким образом, решать ряд важнейших фундаментальных научных задач, в том числе и по вариантам стохастической пространственной структуры подобных патогенов, не может быть просто сводимым к адаптации суммы свойств даже по аналогии с отдельными представителями группы макромицетов, не говоря уже об основных фитопатогенах лесов из мира грибов, и способен оказаться достигнутым только лишь предельной концентрацией внимания ученых исключительно на исследованиях природы ксилопаразитных базидиомицетов, проявляющих тенденцию к специализации и вызывающих заражение живого дерева посредством нарушения его анатомической целостности, а не активного поражения, одним из которых как раз и является *I. obliquus*.

#### Список литературы

1. Арефьев, С.П. Дереворазрушающие грибы – индикаторы состояния леса / С.П. Арефьев // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2000. – № 1. – С. 91–105.
2. Арефьев, С.П. Дереворазрушающие грибы в экологическом мониторинге территории нефтяных месторождений Среднего Приобья / С.П. Арефьев // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2001. – № 2. – С. 67–85.
3. Арефьев, С.П. Микологические показатели дигрессии леса / С.П. Арефьев // Проблемы взаимодействия человека и природ. среды : материалы итоговой науч. сессии Ин-та проблем освоения Севера СО РАН / ИПОС СО РАН. – Тюмень, 2001. – Вып. 2. – С. 93–97.
4. Арефьев, С.П. Кластерный анализ зональных сообществ дереворазрушающих грибов Западной Сибири / С.П. Арефьев // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2002. – № 3. – С. 11–23.
5. Арефьев, С.П. О влиянии интродукции древесных видов и ввоза древесины на формирование сообществ ксилотрофных грибов / С.П. Арефьев // Проблемы взаимодействия человека и природ. среды : материалы итоговой науч. сессии Ин-та проблем освоения Севера СО РАН / ИПОС СО РАН. – Тюмень, 2002. – С. 89–93.
6. Арефьев, С.П. Исследования флоры и сообществ дереворазрушающих грибов Тарманского лесоболотного комплекса / С.П. Арефьев // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2003. – № 4. – С. 77–88.
7. Арефьев, С.П. Разработка экологической матрицы грибного сообщества и ее апробация при оценке состояния подтаежных лесов Западной Сибири / С.П. Арефьев // Проблемы взаимодействия человека и природ. среды : материалы итоговой науч. сессии Ин-та проблем освоения Севера СО РАН / ИПОС СО РАН. – Тюмень, 2003. – Вып. 4. – С. 127–132.

8. Арефьев, С.П. Система афиллофоровых грибов в зеркале экологии / С.П. Арефьев // *Мусена*. – 2003. – Fasc. 3. – Р. 4–46.
9. Арефьев, С.П. Дереворазрушающие грибы заказников подтаежной зоны Тюменской области / С.П. Арефьев // *Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения*. – 2004. – № 5. – С. 28–40.
10. Арефьев, С.П. О фрактальной организации грибной биоты (на примере ксиломикокомплекса березы) / С.П. Арефьев // *Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения*. – 2004. – № 5. – С. 41–64.
11. Арефьев, С.П. Оценка состояния лесных экосистем при сопоставлении ценологических группировок дереворазрушающих грибов с зональными типами / С.П. Арефьев // *Проблемы взаимодействия человека и природ. среды : материалы итоговой науч. сессии Ин-та проблем освоения Севера СО РАН / ИПОС СО РАН*. – Тюмень, 2004. – Вып. 5. – С. 137–146.
12. Арефьев, С.П. Древесные грибы заказников юга лесостепной зоны Тюменской области / С.П. Арефьев // *Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения*. – 2006. – № 6. – С. 35–45.
13. Арковенко, Е.А. Санитарное состояние древостоев Лисинского учебно-опытного лесхоза / Е.А. Арковенко // *Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, проходившей 15–16 ноября 2006 г. в С.-Петерб. гос. лесотехнической академии / под общ. ред. А.А. Егорова*. – СПб., 2007. – С. 45–47.
14. Барсукова, Т.Н. Ксилопаразитные трутовые грибы на территории Звенигородской биологической станции / Т.Н. Барсукова, О.В. Мамедова // *Труды Звенигородской биологической станции : сборник / под ред. В.М. Гаврилова, И.А. Шипова*. – М., 2001. – Т. 3. – С. 100–105.
15. Власенко, В.А. Таксономический состав и структура биоты трутовых грибов сосновых лесов правобережья Верхнего Приобья / В.А. Власенко // *Раст. мир Азиат. России*. – 2009. – № 1(3). – С. 13–18.
16. Власенко, В.А. Биотрофные виды афиллофороидных грибов Новосибирского Академгородка. Признаки распада древесины / В.А. Власенко // *Вестн. Алтайского гос. аграр. ун-та*. – 2010. – № 8(70). – С. 33–35.
17. Волобуев, С.В. Паразитные дереворазрушающие грибы государственного музея-заповедника И.С. Тургенева «Спаское-Лутовиново» / С.В. Волобуев, С.Ю. Волкова // *Биология – наука XXI века : 12-я Пушкин. междунар. шк.-конф. молодых ученых, Пушкино, 10–14 ноября 2008 года : сб. тез. / Ин-т биофизики клетки РАН*. – Пушкино, 2008. – Т. 1. – С. 288.
18. Гаврицкова, Н.И. Разнообразие и структура фитофильных микромицетов древесных пород в различных экологических ситуациях г. Йошкар-Олы / Н.И. Гаврицкова, Т.Х. Гордеева // *Экологические проблемы промышленных городов : сб. науч. тр. / под ред. Е.И. Тихомировой*. – Саратов, 2011. – Ч. 1. – С. 38–41.
19. Галынская, Н.А. Фитопатологическая оценка древесных растений и видовой состав патогенов в старинных парках Витебской области / Н.А. Галынская, И.М. Гаранович // *Вісник Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів*. – 2009. – Т. 7, № 1. – С. 17–30.



20. Даников, Н.И. Дерево жизни. Все о целебных свойствах березы / Н.И. Даников, И.Е. Смирнова. – М. : Лабиринт, 1993. – 81 с.
21. Зырянова, У.П. Макромицеты как аккумуляторы радионуклидов в лесных экосистемах Ульяновской области / У.П. Зырянова // Природа Симбирского Поволжья : сб. науч. тр. VIII Межрегион. науч.-практ. конф. «Естественнонауч. исслед. в Симбир.-Ульянов. крае» / Корпорация технологий продвижения.– Ульяновск, 2006. – Вып. 7. – С. 23–28.
22. Иванов, А.И. Аккумуляция тяжелых металлов и мышьяка базидиомами макромицетов различных эколого-трофических и таксономических групп / А.И. Иванов, А.А. Костычев, А.В. Скобанев // Поволж. экол. журн. – 2008. – № 3. – С. 190–199.
23. Капич, А.Н. Антиоксидантные и прооксидантные свойства ксилотрофных базидиомицетов / А.Н. Капич // Успехи медицинской микологии : Материалы III Всерос. конгр. по мед. микологии / под общ. науч. ред. Ю.В. Сергеева. – М., 2005. – Т. 5. – С. 189–192.
24. Лекарственные растения СССР: Культивируемые и дикорастущие растения (фотоальбом) / О.В. Журбы [и др.]. – М. : Планета, 1987. – 208 с.
25. Механизм сорбции тяжелых металлов грибами меланинами / В.П. Курченко [и др.] // Успехи медицинской микологии : Материалы III Всерос. конгр. по мед. микологии / под общ. науч. ред. Ю.В. Сергеева. – М., 2005. – Т. 5. – С. 197–201.
26. Музыка, С.М. Макроскопические грибы в мониторинге окружающей природной среды северных районов Иркутской области / С.М. Музыка // Хвойные бореал. зоны. – 2009. – Т. XXVI, № 1. – С. 126–131.
27. Псурцева, Н.В. Таксономическая идентификация и верификация культур макромицетов, представляющих интерес для медицины / Н.В. Псурцева // Успехи медицинской микологии : Материалы III Всерос. конгр. по мед. микологии / под общ. науч. ред. Ю.В. Сергеева. – М., 2005. – Т. 5. – С. 215–218.
28. Ресурсы лекарственных грибов на юге Западной Сибири / И.А. Горбунова [и др.] // Хвойные бореал. зоны. – 2009. – Т. XXVI, № 1. – С. 12–21.
29. Ровбель, Н.М. Предпочтительность сорбции ионов тяжелых металлов биомассой базидиальных грибов / Н.М. Ровбель, И.А. Гончарова // Успехи медицинской микологии : Материалы III Всерос. конгр. по мед. микологии / под общ. науч. ред. Ю.В. Сергеева. – М., 2005. – Т. 5. – С. 221–223.
30. Роль ионов двухвалентного марганца в функционировании лигнинолитических ферментов базидиального гриба *Trametes pubescens* / О.В. Никитина [и др.] // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2, Химия. – 2005. – Т. 46, № 4. – С. 267–273.
31. Baldrian, P. Effect of Heavy Metals on the Growth of Selected Wood-Rotting Basidiomycetes / P. Baldrian, J. Gabriel // Folia Microbiol. – 1997. – No. 42(5). – P. 521–523.
32. Blanchette, R.A. Progressive Stages of Discoloration and Decay Associated with the Canker-Rot Fungus, *Inonotus obliquus*, in Birch / R.A. Blanchette // Phytopathology. – 1982. – Vol. 72, No. 10. – P. 1272–1277.

33. Cue, B.-K. Three New Species of *Inonotus* (Basidiomycota, Hymenochaetaceae) from China / B.-K. Cue, P. Du, Y.-C. Dai // *Mycol Progress*. – 2011. – Vol. 10, No. 1. – P. 107–114.
34. Dai, Y.-C. Hymenochaetaceae (Basidiomycota) in China / Y.-C. Dai // *Fungal Diversity*. – 2010. – No. 45. – P. 131–343.
35. Schumacher, J. Lignicole Pilze an Schwarz Erle (*Alnus glutinosa* [L.] Gaertn.) – welche Arten sind bedeutsame Fäuleerreger? / J. Schumacher, P. Heydeck, A. Roloff // *Forstw. Cbl.* – 2001. – No. 120. – P. 8–17.
36. Zabel, R.A. Basidiocarp Development in *Inonotus obliquus* and its Inhibition by Stem Treatments / R.A. Zabel // *Forest Science*. – 1976. – Vol. 22, No. 4. – P. 431–437.
- 

**System Approach to the Study of Ecology and Biology of  
Xylotrophic Basidium Fungus *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil.**

**M.E. Balandaykin**

*Ulyanovsk State University, Ulyanovsk*

**Key words and phrases:** destruction; heavy metals; *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil.; macromycetes.

**Abstract:** The paper deals with some issues, concerning the study of ecology and biology of polypore mushroom *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil. The author explores the most essential aspects of revealing the specificity of spatial structure of pathogen in the context of parcellation elements, indication and biological features of the causative agent. A detailed analysis of domestic and foreign literature over the past years on the issues of the pathogen nature has been made.

---

© М.Э. Баландайкин, 2012