

N d d

ISSN 1819-4036

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Красноярский государственный аграрный университет

В Е С Т Н И К КрасГАУ

Выпуск 12

Красноярск 2006

**РОЛЬ ГРИБОВ *ARMILLARIA MELLEAE SENSU LATO* В КУРТИННОМ
УСЫХАНИИ ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ**

*Установлено возрастание патогенных свойств грибов *Armillaria mellea sensu lato* на юге Красноярского края, во многом определяющее сукцессию хвойных лесов. Куртинное усыхание наблюдается не только в лесных культурах, но и в приспевающих насаждениях естественного происхождения. Наиболее высокая патогенность характерна для *A. ostoyae* и *A. borealis*. Активизация армилляриоза вызвана глобальным изменением климата, ростом техногенного загрязнения, вырубкой леса на больших площадях, ведущей к смене коренных типов леса.*

Глобальные изменения среды обитания древесных растений из-за колебаний климата, интенсивного антропогенного воздействия, увеличения межрегионального перемещения болезней и вредителей в последние годы способствуют ухудшению санитарного состояния лесов [4; 10; 13; 14].

Имеет место появление новых по симптомам поражения (ранее не отмечаемых в регионе) случаев заболевания деревьев. Если ранее в бореальной зоне некоторые болезни представляли особую опасность

для искусственно созданных насаждений или ослабленных, то в последнее десятилетие отмечаются случаи их воздействия на казалось бы абсолютно здоровые насаждения. К числу таких заболеваний может быть отнесен и армилляриоз (вызывается грибами рода *Armillaria*).

К. Корхонен [15] в результате скрещивания гаплоидных чистых культур (mating tests), основанного на методе сексуальной несовместимости разных видов, в структуре комплекса *Armillaria mellea* s.l. на территории Западной Европы выделил несколько интрафертильных групп А (*A. borealis* Marxm. & Korhonen), В (*A. cepistipes* Velen.), С (*A. ostoyae* (Romagn.) Herink), D (*A. mellea* (Vahl: Fr.) Kumm.), Е (*A. gallica* Marxm. & Romagn.). Высокая патогенность характерна для *A. mellea* и *A. ostoyae* (Shaw, Kile, 1991).

Исторически армилляриоз рассматривался как заболевание ослабленных деревьев [17]. Только в последние 35 лет некоторые виды опенка получили признание как первичные патогены в естественных лесах [12; 16; 17].

В то же время в России и Белоруссии остается преобладающим мнение об опенке как о вторичном патогене, способном заражать лесные культуры и ослабленные деревья, произрастающие в стрессовых условиях [3; 8; 9; 11].

Отсутствуют сведения о высокой патогенности опенка в таежной зоне России. В хвойных насаждениях Урала и Сибири опенок – типичный представитель спелых и перестойных насаждений и вызывает незначительный отпад ели, пихты, кедра и лиственницы [2]. При лесопатологическом обследовании высокогорных темнохвойных лесов грибы комплекса *A. mellea* занимают одно из последних мест, рассматриваясь главным образом как сапротрофы. Их присутствие ассоциируется с сухостоем и пнями березы и ольхи кустарниковой и очень редко с основаниями стволов усыхающих пихт и елей [7].

Не исключая наличия предрасположенности к заболеванию у ослабленных деревьев, следует учитывать и имеющие место глобальные изменения в окружающей среде (климат, техногенное воздействие). Кроме всего прочего более позднее освоение Сибири, резко континентальный климат, возможно, объясняет и некоторое отставание во времени проявления болезни от Европы и Северной Америки.

В нижнем течении р. Караульной (южная тайга) на прилегающих сопках в последнее десятилетие наблюдается интенсивная куртинная гибель сосны обыкновенной (реже ели сибирской и пихты сибирской). Усыханию подвержены деревья всех классов Крафта. Погибают экземпляры, не испытывающие каких-либо признаков угнетения, с хорошо развитой кроной. Продолжительность жизни хвои, ее размеры, прирост побегов не отличаются от средних значений по древостою. При этом гибель наступает очень быстро. В ряде случаев отмечена гибель после образования текущего прироста с несформировавшейся хвоей. По комплексу диагностических признаков к основной причине гибели отнесены виды, входящие в комплекс *A. mellea* s.l.

Проведенный нами анализ многочисленных ключей [5] к определению видов *Armillaria*, разработанных для европейских стран, позволил выявить безусловные отличительные морфологические признаки базидиом видов *Armillaria*, которые можно использовать и на территории Сибири.

В таблице 1 показаны результаты анализа встречаемости видов *Armillaria* на территории образования эпифитотии. Наиболее агрессивный патоген *A. ostoyae* доминирует на сосне обыкновенной (в т.ч. на живых деревьях с внедрением под кору).

Сухостой, образовавшийся за достаточно короткий период (5–8 лет) в сосняках естественного происхождения по круговым пробным площадям, составляет от 5 до 33%. По числу усохших деревьев и площади куртин насаждения имеют 3–4 степень поражения [10].

В очагах развития армилляриоза установлена значительная гибель подроста (при наличии мицелия на корнях, редко – базидиом) (рис. 1). Несмотря на то, что световой режим на месте выпавших деревьев – оптимальный для роста естественного возобновления, его смертность значительно превышает контроль. С удалением от центра количество жизнеспособного подроста увеличивается. Это является надежным подтверждением патогенного действия опенка.

В очагах усыхания у 80 погибших деревьев сосны на высоте 0,5–1,0 м были взяты поперечные спилы. В качестве контроля были выбраны особи сосны (30 шт.) без признаков нарушения жизнедеятельности, без следов болезней и вредителей. Год гибели деревьев установлен методом перекрестной датировки значений радиального прироста погибших деревьев с контрольными. На основе анализа динамики радиального прироста, пространственной структуры, времени усыхания были выявлены закономерности распада сосновых ценозов при одновременном воздействии комплекса биогенных факторов (грибы р. *Armillaria*, лубоеды *Tomicus minor* и *Tomicus piniperda*).

Приуроченность видов *Armillaria* к древесным растениям-хозяевам

Вид растения-хозяина	Балл санитарного состояния	Встречаемость, %	Вид <i>Armillaria</i>
Сосна обыкновенная <i>Pinus sylvestris</i>	1	3	<i>A. ostoyae</i>
	2	10	
	3	4	
	5	14	
	6	3	
Ель сибирская <i>Picea obovata</i>	1	1	<i>A. cepistipes</i>
		2	<i>A. borealis</i>
	2	4	<i>A. ostoyae</i>
	5	6	
	6	2	<i>A. cepistipes</i>
3			
Пихта сибирская <i>Abies sibirica</i>	2	3	<i>A. borealis</i>
Береза повислая <i>Betula pendula</i>	2	7	<i>A. cepistipes</i>
		5	<i>A. borealis</i>
	3	3	<i>A. ostoyae</i>
	6	4	<i>A. ostoyae</i>
1			
Тополь дрожащий <i>Populus tremula</i>	5	9	<i>A. borealis</i>
		1	<i>A. ostoyae</i>
		3	<i>A. cepistipes</i>
	6	8	<i>A. borealis</i>
		4	

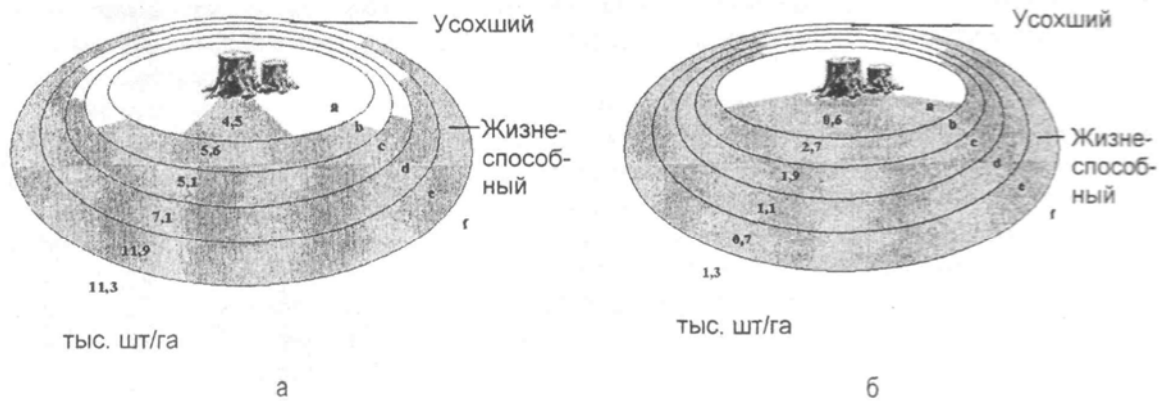


Рис. 1. Количество (тыс. шт/га) подраста сосны обыкновенной (А); березы и осины (Б) (в пересчете на крупный) на различном удалении (м) от очага инфекции (а - 0-2; б - 2-4; с - 4-6; д - 6-8; е - 8-10; ф - контроль)

Для модельных деревьев (рис. 2), которые в настоящее время погибли в результате патогенного действия опенка, характерен затяжной период угнетения после смыкания крон (до 1940 г.)

Возможно, уже в тот период и произошло заражение армилляриозом. Первоначальное развитие инфекции произошло на пнях вырубленного древостоя. Ранее до рубки на этом месте предположительно про-

израстал древостой с преобладанием пихты. У деревьев, взятых в качестве контроля в том же насаждении (без каких-либо признаков ослабления), отсутствует данный период депрессии. Это подтверждает высокую опасность длительного нахождения древостоя в условиях избыточной загущенности без активной дифференциации и своевременного отпада (часто имеет место на плодородных почвах при одновременном появлении возобновления).

По состоянию и закономерностям радиального прироста выделено пять групп деревьев (см. рис. 2):

1. Деревья IV–V классов роста, испытывающие значительное ценотическое давление, с равномерным снижением прироста после смыкания крон (до 0,16 мм). Первичным фактором гибели является общее ослабление в результате конкуренции за свет. *A. mellea* s.l. в данном случае выступает как вторичный паразит.

2. Устойчивое снижение прироста деревьев начинается с 1973 г. Все особи данной группы (II–III классы Крафта) имеют признаки поражения смоляным раком (в общем количестве погибших деревьев их было выделено до 26%). Смоляной рак выступает дополнительным фактором снижения устойчивости к корневым патогенам. В очагах дерева данной группы усыхают в первую очередь, наряду с представителями предыдущей группы. На данном этапе происходит рост агрессивности и вирулентности опенка.

3. Деревья, входящие в данную группу, имеют радиальный прирост ниже среднего по древостой и занимают промежуточное положение в пологе (II–III классы), не имеют признаков заболевания смоляным раком и погибают после образования очага и достаточного накопления инфекции.

4. Гибель с коротким (2–5 лет) предварительным снижением радиального прироста без образования поздней древесины. До периода угнетения роста различие с контрольными значениями незначительно. Стволы имеют высокую степень заселенности малым и большим сосновым лубоедами, ускорившими гибель ослабленных корневыми патогенами деревьев. Деревья 2 и 4 группы до 1978 г. развивались синхронно. Далее, с развитием смоляного рака, радиальный прирост деревьев второй группы снижается более значительно.

5. Гибель без предварительного снижения радиального прироста на стадии образования поздней древесины. Дендрохронологический ряд практически не отличается от контрольных значений. Данные деревья произрастают свободно в окнах, в окружении старых пней (в основном лиственных пород) с образованием большого числа базидиом опенка, что способствует росту его патогенности. При хорошем прогревании почвы патоген активизируется в более ранние сроки и к концу вегетационного периода способен привести инфицируемое им дерево к гибели (что объясняет факт образования поздней древесины в последний год жизни). Деревья, входящие в 4 и 5 группы, погибают после достаточного накопления инфекции в очаге.

В развитии любого патогена, в т.ч. и опенка, необходимым условием развития вспышки заболевания является образование для него благоприятных условий при одновременном воздействии стрессовых факторов на хозяина (особенно на первом этапе развития болезни). Внешне большинство деревьев не имеют каких-либо симптомов угнетения. И если бы не очаговое усыхание, исследуемые древостои можно было бы отнести к здоровым.

Неблагоприятным фактором для развития сосняков исследуемого района являются маломощные почвы с высоко плодородным гумусовым горизонтом, что ведет к образованию корневой системы с редуцированным стержневым корнем. В молодом возрасте насаждение развивается как высокопродуктивное. Далее, при превышении эдафического потенциала, наступают стрессовые условия, снижающие устойчивость к *A. mellea* s.l. Практически все почвы исследуемых насаждений относятся к подтипу дерново-карбонатных типичных, для которых характерны малая мощность профиля, красно-бурая или коричневая окраска, многочисленные включения карбонатных пород (известкового щебня), вскипание от 10% раствора HCl в верхнем гумусовом горизонте, суглинистый гранулометрический состав с незначительным содержанием песчаной фракции [1]. Кислотность водной вытяжки всех исследуемых почвенных горизонтов колеблется в интервале от 6,4 до 7,2.

Наряду с закладкой почвенных разрезов для анализа глубины корнеобитаемого слоя был изготовлен металлический щуп (по аналогии с «мечом Колесова»). В нескольких радиальных направлениях на круговых площадках было произведено более 600 измерений.

Так же, как и в случае с распределением числа деревьев по диаметру [6], удовлетворительная аппроксимация распределения по толщине корнеобитаемого слоя проведена с помощью двухкомпонентной смеси нормальных распределений (рис. 3). В очагах куртинного усыхания преобладают почвы с глубиной корнеобитаемого слоя до 30 см, подстилаемые твердыми горными породами, не доступными для корневой системы.

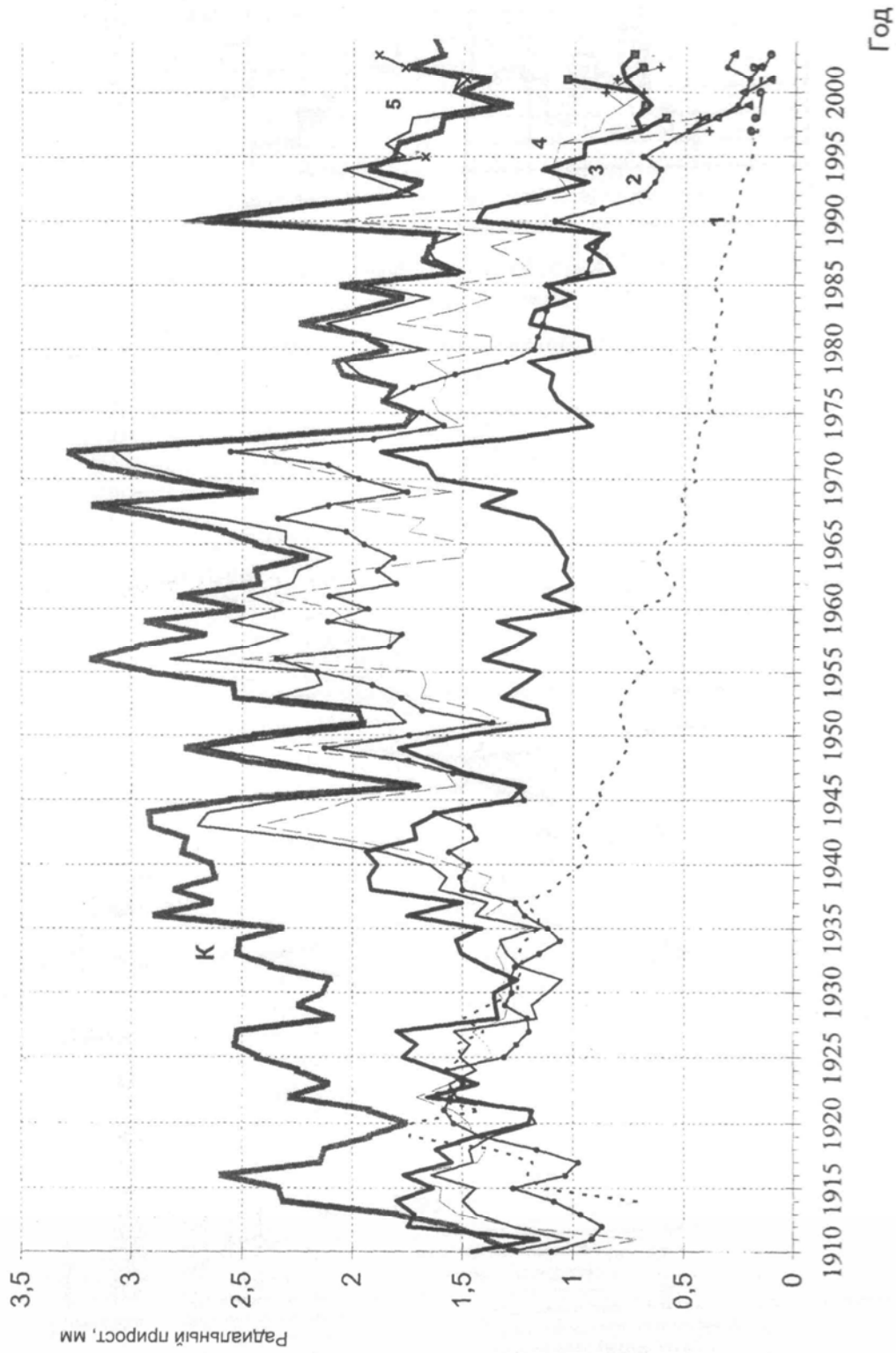


Рис. 2. Динамика радиального прироста сосны обыкновенной (к – контроль; 1–5 – группы деревьев, погибших в результате деятельности *A. mellae* s.l.)

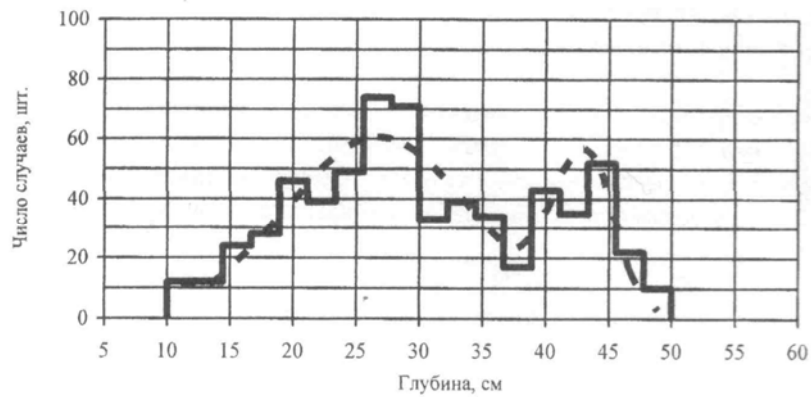


Рис. 3. Распределение по толщине корнеобитаемого слоя на постоянных пробных площадях (сосняки естественного происхождения)

На рисунке 4 представлен обобщенный алгоритм активизации армилляриоза.

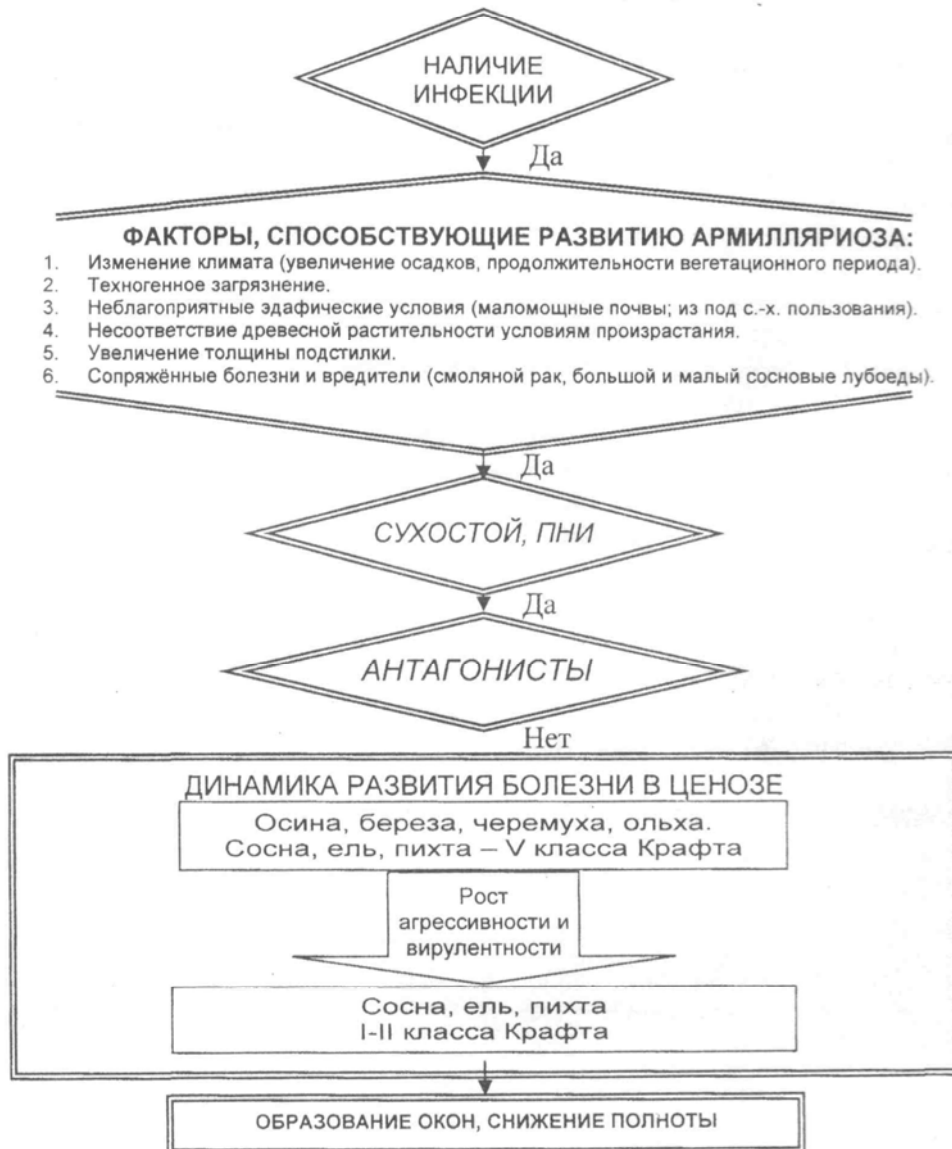


Рис. 4. Алгоритм активизации армилляриоза

Выводы

1. Причина значительного увеличения по количеству и площади случаев куртинного усыхания хвойных древостоев (в первую очередь сосняков) заключается в патогенном действии грибов *Armillaria mellea sensu lato*.

2. На исследуемой территории основными факторами снижения устойчивости сосны обыкновенной являются маломощные почвы и хроническое техногенное загрязнение на фоне глобального изменения климата.

3. Длительное нахождение древостоев сосны в условиях избыточной загущенности без активной дифференциации и своевременного отпада ведет к снижению их устойчивости.

Литература

1. Горбачев, В.Н. Почвообразование на карбонатных породах в подзоне сосновых лесов Средней Сибири / В.Н. Горбачев // Почвы сосновых лесов Сибири. – Красноярск: Институт леса и древесины им. В.Н. Сукачева, 1986. – С. 15–23.
2. Жуков, А.М. Грибные болезни лесов Верхнего Приобья / А.М. Жуков. – Новосибирск: Наука, 1978. – 242 с.
3. Звягинцев, В.Б. Распространенность, вредоносность грибов комплекса *Armillaria* в лесах Беларуси и обоснование лесозащитных мероприятий: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / В.Б. Звягинцев. – Минская область, п. Прилуки, 2003. – 19 с.
4. Матусевич, Л.С. Лесопатологическое состояние еловых лесов на территории европейской части России / Л.С. Матусевич // Лесн. хозяйство. – 2003. – №1. – С. 29.
5. Павлов, И.Н. Морфологические признаки грибов комплекса *Armillaria mellea sensu lato* циркумбореальной области / И.Н. Павлов, А.Г. Миронов, Н.П. Кутафьева // Хвойные бореальной зоны. – 2006. – №3. – С. 12–19.
6. Павлов, И.Н. Распределение деревьев сосны обыкновенной по диаметру в очагах интенсивного биогенного воздействия / И.Н. Павлов, О.А. Барабанова, А.Г. Миронов // Хвойные бореальной зоны. – 2006. – №3. – С. 28–36.
7. Петров, А.Н. Макромицеты пихтовых лесов Хамар-Дабана / А.Н. Петров // Лесопатологические исследования в Прибайкалье. – Иркутск: СИФИБР СО РАН СССР, 1989. – 148 с.
8. Селочник, Н.Н. Распространенность и вредоносность опенка в дубравах Теллермановского леса / Н.Н. Селочник, Н.К. Кондрашова // Микология и фитопатология. – 1991. – Т. 25. – Вып. 3. – С. 226–232.
9. Соколов, Д.В. Корневая гниль от опенка и борьба с ней / Д.В. Соколов. – М.: Лесн. пром-сть, 1964. – 183 с.
10. Стороженко, В.Г. Гнилевые фауны лесов Русской равнины / В.Г. Стороженко. – М., 2001. – 157 с.
11. Федоров, Н.И. Корневые гнили хвойных пород / Н.И. Федоров. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 160 с.
12. Baumgartner, K. Distribution of *Armillaria* species in California / K. Baumgartner, D.M. Rizzo // Mycologia. – 2001. – V. 93. – №5. – P. 821–830.
13. Bruhn, J.N. Distribution of *Armillaria* species in upland Ozark Mountain forests with respect to site, overstory species composition and oak decline / J.N. Bruhn [et al] // Forest Pathol. – 2000. – 30. – № 1. – P. 43–60.
14. Hogg, E.H. Growth and dieback of aspen forests in northwestern Alberta, Canada, in relation to climate and insects / E.H. Hogg, J.P. Brandt, B. Kochtubajda // Can. J. Forest Res. – 2002. – 32. – № 5. – P. 823–832.
15. Korhonen, K. Interfertility and clonal size in the *Armillaria mellea* complex / K. Korhonen // Karstenia. – 1978. – №18. – P. 31–42.
16. Schwarze, F.W.M.R. Folge 8: Hallimasch-Arten / F.W.M.R. Schwarze, D. Ferner // AFZ/Wald. – 2003. – 58. – №14. – S. 718–719.
17. Shaw, III C.G. *Armillaria* root disease / C.G. Shaw III, G.A. Kile // Agr. handb. – 1991. – № 691. – Washington D.C. – 231 p.