

УДК 630.453

DOI: 10.18698/2542-1468-2018-2-5-15

ДИНАМИКА ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПИХТОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ БАЙКАЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (1983–2015)

Н.А. Белова¹, Т.И. Морозова²

¹ФГБУ «Байкальский государственный природный биосферный заповедник», 671220, Республика Бурятия, Кабанский район, пос. Танхой, Красногвардейская ул., д. 34

²ФГБУ «Иркутская межобластная ветеринарная лаборатория», 664005, г. Иркутск, ул. Боткина, д. 4

baikalnr@mail.ru

Приводится анализ изменений лесопатологического состояния пихтовых насаждений Байкальского заповедника, произошедших за 1983–2015 гг. На основании данных о состоянии деревьев на постоянных пробных площадях в типичных древостоях заповедника построены диаграммы динамики следующих параметров состояния пихт: средней категории состояния; среднего диаметра; доли живых деревьев; среднего балла покраснения хвои; доли пихт, пораженных ржавчинным раком; текущего отпада. Средняя категория состояния пихтовых древостоев почти на всех пробных площадях является промежуточной между значениями «ослабленное» и «сильно ослабленное». Значительное ухудшение состояния пихт наблюдается в ложбине у верхней границы леса, а также вдоль туристической тропы. В перестойных ослабленных насаждениях верхней границы леса отмечается достаточно стабильное состояние пихт. На радиальный прирост пихты угнетающее влияние оказывает наличие соседних деревьев, а также повреждение вершин. Доля живых деревьев почти на всех пробных площадях уменьшилась. Сильное покраснение хвои пихт наблюдалось в 1988 и 2007 гг. После вспышек ржавчинного рака пихты в древостоях происходят активные процессы усыхания. Доля отпада с признаками ржавчинного рака достигает 28 % от числа деревьев на пробной площади. Массовое усыхание пихты наблюдалось в 1990–1994/95 гг. и в 2000–2005 гг. Анализ погодных данных позволил выявить прямую зависимость процессов усыхания от погодных явлений. Погодные условия наряду с биотическими факторами способствуют как возникновению, так и затуханию вспышек массового размножения насекомых. Пихтовые древостои Байкальского заповедника относятся ко II категории лесопатологического состояния (насаждения с нарушенной устойчивостью), а иногда к III категории (насаждения, утратившие жизнеспособность).

Ключевые слова: Байкальский заповедник, пихта, динамика, состояние, текущий отпад

Ссылка для цитирования: Белова Н.А., Морозова Т.И. Динамика лесопатологического состояния пихтовых древостоев Байкальского заповедника (1983–2015) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2018. Т. 22. № 2. С. 5–15. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-2-5-15

Исследования проводились на территории Байкальского заповедника в центральной части хребта Хамар-Дабан. На северном его склоне выпадает максимальное для Прибайкалья количество осадков. Здесь произрастают леса из пихты (*Abies sibirica* Led.), составляющие 53,0 % покрытой лесом площади северного склона. Район исследований важен в связи с изучением воздействия атмосферных выбросов Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (остановлен в конце декабря 2013 г.) и предприятий промышленного комплекса гг. Иркутска, Ангарска, Усолья, Братска и Шелехова на леса хребта Хамар-Дабан.

В 1983–1984 гг. специалистами кафедры промышленной экологии и защиты леса Московского лесотехнического института (МЛТИ) под руководством проф. Е.Г. Мозолева было проведено лесопатологическое обследование древостоев Байкальского заповедника [1, 2]. Экспедицией, которую возглавила Т.В. Галасьева, собрана коллекция и составлен список дендрофильных насекомых и дереворазрушающих грибов. В полевых работах и обработке данных исследований принимали участие Э.С. Соколова, Е.П. Кузьмичев, Т.В. Шарапа, студенты I–IV курсов факультета



Е.Г. Мозолева и Э.С. Соколова в гольцах р. Осиновки (Мишихинской)

E.G. Mozolevskaya and E.S. Sokolov in the loaches of river Osinovka (Mishikha)

лесного хозяйства (ФЛХ) МЛТИ. В типичных древостоях заповедника было заложено девять постоянных пробных площадей (ППП): шесть в пихтовых древостоях северного макросклона хребта Хамар-Дабан заповедника и три в сосновых древостоях южного макросклона хребта Хамар-Дабан.

В 1986 г. для выявления санитарного состояния лесных насаждений южной части оз. Байкал специалистами Московского специализированного лесоустроительного предприятия Всесоюзного объединения «Леспроект» под руководством начальника партии М.Е. Гаврильца было проведено детальное обследование пихтовых лесов северного склона хребта Хамар-Дабан [3].

С 1988 г. в заповеднике проводились исследования по теме «Динамика лесопатологического состояния древостоев Байкальского заповедника». Повторные перечеты проводились: в четные годы — в пихтовых древостоях на шести ППП северного макросклона хребта Хамар-Дабан, в нечетные годы — в сосновых древостоях на трех ППП южного макросклона. В полевых работах принимали участие студенты ФЛХ МЛТИ и работники лесной охраны заповедника.

В 2014 г. специалистами ФГБУ «Рослесинфорг» увеличена сеть ППП. Проведены перечеты, обновлена маркировка деревьев на ППП.

Цель работы

Цели настоящей работы: характеристика санитарного состояния типичных для заповедника пихтовых насаждений; анализ изменений, произошедших в насаждениях заповедника за 1983–2015 гг.; изучение причин ослабления и усыхания древостоев, выявление роли в этих процессах возбудителей болезней и дендрофильных насекомых.

Материалы и методы

Темнохвойные леса Хамар-Дабана ослаблены вследствие комплексного влияния избыточного увлажнения и атмосферного загрязнения, что способствует широкому распространению болезнетворных грибов, бактерий и дендрофильных насекомых [1, 4–6].

При лесопатологическом обследовании 1983–1984 гг. [1] большое значение придавалось выявлению причин усыхания побегов и ветвей пихты как показателю, характеризующему влияние различных факторов на современное состояние пихтарников.

При анализе выявлены следующие причины покраснения ветвей:

- повреждения усачом в виде дополнительного питания;
- повреждение побегов тлей;
- покраснение хвои, ризосфера;
- ржавчинный рак (РР);
- некроз побегов и ветвей;
- засмоление.

На живых деревьях развиваются четыре вида возбудителей гнилей — трутовик Гартига, трутовик Швейнитца, корневая губка и еловый комлевой трутовик.

Покраснение молодых побегов в кронах пихты периодически происходит в пихтовых долинах субальпийского пояса Хамар-Дабана ранней весной. Оно вызвано интенсивной транспирацией хвои при аномально высокой дневной температуре до схода снежного покрова. При этом активность корневой системы невелика и вода не поступает в кроны деревьев. От «солнечных ожогов» сильнее страдает молодая прошлогодняя хвоя [7].

Причиной подвешивания кроны является повреждение грибом *Durandiella sibirica* Schabunin [8]. Увядание побегов текущего года вызывает грибок *Delphinella balsamea* (Waterman) E. Mull. [6].

Работы на пробных площадях и анализ полученных данных осуществляли с применением методик лесопатологического обследования [9–11].

При лесопатологическом обследовании ППП учитывают восемь категорий санитарного состояния древостоя: I — без признаков ослабления, II — ослабленный, III — сильно ослабленный, IV — усыхающий, V — сухостой текущего года, VI — сухостой прошлых лет, VII — ветровал, VIII — бурелом. Во время перечетов деревьев фиксируют диаметр, категорию состояния, признаки ослабления, заселенность стволовыми вредителями.

Оценка покраснения хвои пихты дается по четырем категориям: 1-я — единичное покраснение (до 5 %); 2-я — 10...15 %; 3-я — до 30 %; 4-я — покрасневшая хвоя составляет 30 % и более.

В качестве одного из критериев оценки динамики состояния древостоев выбрана сумма всех живых деревьев (I, II и III категории состояния) на пробных площадях. Это наиболее объективный показатель, поскольку при определении первых трех категорий состояния возможна субъективная оценка.

На основании данных постоянных пробных площадей определяют текущего отпада в насаждениях основных лесобразующих пород и его варьирование, характеризуют причины усыхания.

При определении доли отпада учитывают все деревья до VI категории, а также ветровал и бурелом, выпавшие в интервале между пересчетами. После однократного учета ветровал и бурелом подлежат исключению из ведомостей перечетов.

Для точной диагностики заболевания нужны лабораторные исследования, поэтому во время полевых обследований фиксируют внешние признаки ослабления. При этом у пихты на ППП учтены следующие признаки ослабления: раны ржавчинного рака, «ведьмины метель», повреждение вершин, увядание молодых побегов, угнетенность соседними деревьями, механические повреждения, морозобоины, подвешивание кроны, или «перетяжка кроны», смолоподтеки, трещиноватая кора, изреженность кроны, ядровая гниль, сухобочинность. Выявлены сле-

дующие возбудители заболеваний: *Melampsorella caryophyllacearum* J. Schrot. (вызывает ржавчинный рак), *Lachnellula pini* (Brunch.) Dennis (вызывает раковое заболевание), бактерии родов *Erwinia* и *Pseudomonas* (вызывают бактериальную водянку), *Lachnellula willkommii* (Hartig) Dennis (вызывает ступенчатый рак), *Herpotrichia jniperi* (Duby) Petz. (вызывает бурое шютте), опенок (*Armillaria borealis* Marxm. & Korhonen, *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm.), стереум жестковолосистый (*Stereum hirsutum* (Willd.) Pers.), *Lophodermium pinastri* (Schrad. Fr.) Chevall, *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley et Millar (вызывают обыкновенное шютте), трутовик валежный (*Trichaptum abietinum* (Dicks. Fr.) Ryvarden), климактоцистис северный (*Climatocistis borealis* (Fr.) Kotl. et Pouz), трутовик Гартига (*Phellinus hartigii* (Allesch. & Schnabl) Pat.), губка корневая (*Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst.), трутовик окаймленный (*Fomitopsis pinicola* (Sw. Fr.) Karst.), трутовик Швейнитца (*Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat.), губка листовничная (*Fomitopsis officinalis* (Fr.) Bond. et Sing.) трутовик еловый комлевой (*Onnia triquetra* (Pers.) Imazeki) и др.

С 2015 г. проводится картирование деревьев на ППП. Необходимость этого мероприятия очевидна и доказана нашими исследованиями. Например, после 17-летнего перерыва на ППП № 8 не найдено 36 деревьев. При наличии карты расположения деревьев искать их было бы гораздо легче и, вероятно, эта цифра была бы меньше.

Лесопатологическое состояние оценивается по трем категориям для насаждений главных пород: I — устойчивые (здоровые), II — с нарушенной устойчивостью, III — утратившие жизнеспособность.

Ниже приводятся описания ППП северного макросклона хребта Хамар-Дабан, сделанные в следующие года закладки: 1983, 1984, 2013, 2014.

ППП № 1. 1983 г. Юбилейное лесничество. Кв. 95, выд. 6; состав 6П, 1Е, 2Б, 1Р6 + К; класс возраста IV; высота 21 м; диаметр 22 см; бонитет IV; бадановый; полнота 0,5; экспозиция С–15°; площадь 0,3 га; 200 дер.

ППП № 2. 1983 г. Выдринское лесничество. Кв. 106, выд. 1; состав 10П + К, Е, Б; класс возраста III; высота 12 м; диаметр 12 см; бонитет III; чернично-разнотравный; полнота 0,8; высота над уровнем моря 790 м; 0,4 га; 258 дер.

ППП № 6. 1984 г. Мишихинское лесничество. Кв. 35, выд. 30; состав 10П + Б; класс возраста X; высота 16 м; диаметр 18 см; бонитет V; разнотравный; полнота 0,4; экспозиция СЗ–30°; 0,5 га; 284 дер. Травяной покров: борец высокий, бадан толстолистный, маралий корень, чемерица Лобеля.

ППП № 7. 1984 г. Мишихинское лесничество. Кв. 35, выд. 30; состав 10П + К; класс возраста X; высота 14 м; диаметр 18 см; бонитет V; разнотравный; полнота 0,5; экспозиция СЗ–30°; 0,15 га;

215 дер. Травяной покров: вейник, бадан толстолистный, чемерица лобеля, сверция байкальская.

ППП № 8. 1984 г. Мишихинское лесничество. Кв. 75, выд. 7; состав 7П, 1Е, 1К, 1Б; класс возраста X; высота 21 м; диаметр 20 см; бонитет IV; злаково-бадановый зеленомошный; полнота 0,5; экспозиция ЮВ–30°; 0,25 га; 130 дер.

ППП № 9. 1984 г. Мишихинское лесничество. Кв. 125, выд. 7; состав 5П, 3Е, 2К + Б; класс возраста III; высота 24 м; диаметр 18 см; бонитет IV; злаково-зеленомошный; полнота 0,7; 0,5 га; 344 дер.

ППП № 10. 2014 г. Выдринское лесничество. Кв. 221, выд. 8; состав 9 П1, Б + К + Е; класс возраста IV; высота 18 м; диаметр 17 см; бонитет IV; чернично-мелкотравно-папоротниковый зеленомошный; полнота 0,6; 0,15 га; 202 дер.

ППП № 11. 2013 г. Выдринское лесничество. Кв. 90, выд. 16; состав 10П + К + Е; класс возраста V; высота 18 м; диаметр 22 см; бонитет IV; чернично-бадановый; полнота 0,4; 0,4 га; 133 дер.

ППП № 12. 2014 г. Мишихинское лесничество. Кв. 219, выд. 12; состав 7П, 3К + Е; класс возраста V; высота 18 м; диаметр 22 см; бонитет III; папоротниково-злаковый; полнота 0,8; 0,3 га; 289 дер.

Периоды наблюдений за пихтовыми древостоями на ППП северного склона хребта Хамар-Дабан следующие: № 1 — 32 года, № 6, 7 — 31 год, № 2 — 22 года, № 8, 9 — 16 лет.

Для выяснения зависимости процессов усыхания от погодных явлений использованы данные метеостанции «Танхой». При этом учитывались сведения о среднегодовой температуре воздуха и количестве годовых осадков с 1971 по 2015 г., величина гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК = 5) во время вегетационного периода (с мая по сентябрь) за 1971–2015 гг. ГТК рассчитывался по следующей формуле:

$$\text{ГТК} = P / \Sigma t \cdot 10,$$

где P — сумма осадков;

Σt — сумма среднесуточных температур в рассматриваемый период.

Результаты и обсуждение

Полученные сведения составляют ряды данных о санитарном состоянии деревьев на ППП в типичных древостоях Байкальского заповедника. Это позволило проследить динамику следующих лесопатологических показателей пихтовых древостоев на ППП:

- средней категории состояния пихты;
- среднего диаметра;
- доли живых деревьев (ДЖД);
- среднего балла покраснения хвои пихты;
- доли пораженных ржавчинным раком пихт;
- текущего отпада;
- биологической устойчивости древостоев.

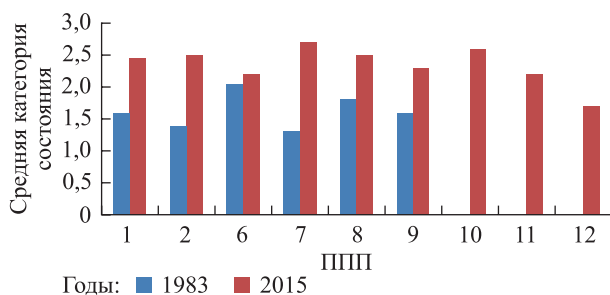


Рис. 1. Средняя категория состояния пихт на ППП Байкальского заповедника в годы первого и последнего перечетов

Fig. 1. The average category of the state of fir at the Baikal Reserve testing areas in the years of the first and last counts

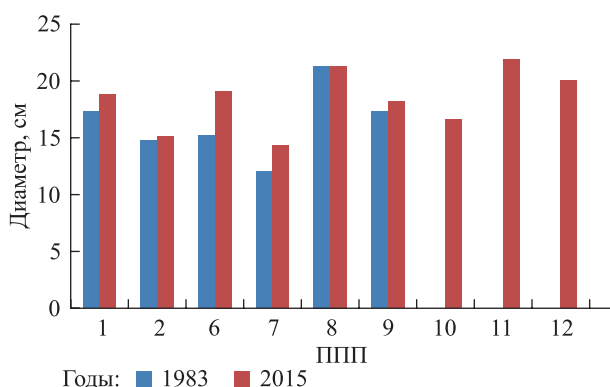


Рис. 2. Средний диаметр пихт на ППП Байкальского заповедника в годы первого и последнего перечетов

Fig. 2. Average diameter of fir at the Baikal Reserve testing areas in the years of the first and last counts

Проведен анализ: влияния различных факторов ослабления на величину прироста по диаметру на высоте 1,3 м; роли РР в усыхании пихтовых древостоев; зависимости процессов ослабления и усыхания древостоев от погодных условий. Классы возрастов пихтового древостоя: ППП № 1 — IV класс, ППП № 2 и 9 — III класс, ППП № 6–8 — X класс.

Как видно из рис. 1, в 2000–2015 гг. в пихтовых древостоях заповедника протекают процессы ослабления. Средняя категория состояния пихтовых древостоев почти на всех пробных площадях является промежуточной между значениями «ослабленное» (1,7 на ППП № 12) и «сильно ослабленное» (2,7 на ППП № 7 Мишихинского лесничества в ложбине у верхней границы леса). Вероятно, ограждение горами способствует скоплению загрязняющих осадков, приносимых воздушными массами из районов промышленных предприятий.

Сильное ухудшение состояния пихт наблюдается также на ППП № 10 р. Осиновки Выдринского лесничества вдоль туристической тропы. На ППП № 10 проведены учеты деревьев с плодами

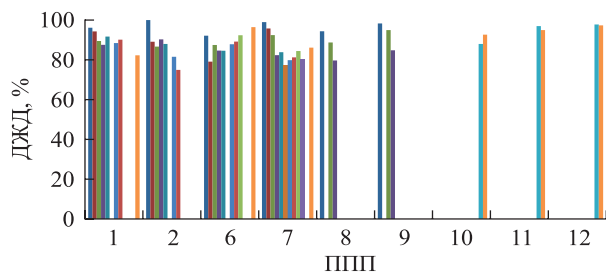


Рис. 3. Динамика доли живых пихт на ППП Байкальского заповедника в 1983–2015 гг.

Fig. 3. Dynamics of the proportion of live fir at the Baikal Reserve testing areas in 1983–2015

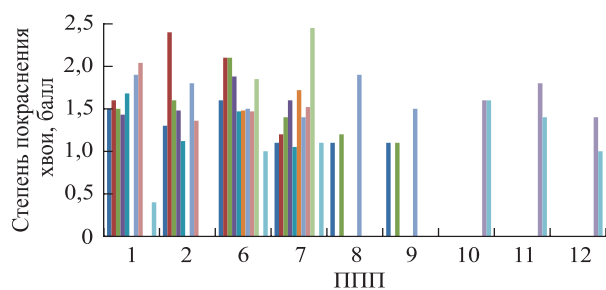


Рис. 4. Степень покраснения хвои пихты на ППП Байкальского заповедника в 1984–2015 гг.

Fig. 4. Degree of fir needles reddening at the Baikal Reserve testing areas in 1984–2015

ми телами оленка. В 2014 г. доля деревьев с плодовыми телами оленка составляла 7,46 % общего числа деревьев на пробной площадке. В 2015 г. плодовые тела оленка наблюдались на 6,1 % из учтенных пихт. В 2016 г. доля зараженных пихт без учета бурелома составила 6,8 %. При обследовании пихтового бурелома плодовые тела оленка отмечены на 76,2 % деревьев. Большая часть пораженных деревьев расположена ближе к тропе. Как и везде, на туристических тропах чаще повреждается корневая система и корни деревьев заселяются спорами грибов.

На ППП № 6 в ослабленных спелых насаждениях верхней границы леса наблюдается достаточно стабильное состояние пихт. Это объясняется влиянием нескольких факторов: выпали тонкие угнетенные деревья, уже произошел естественный отбор и жизнеспособность оставшихся в экстремальных условиях деревьев оказалась сильнее.

Средний диаметр пихт на ППП северного склона и его динамика на ППП № 1, 2, 6–9, приведены на рис. 2.



Рис. 5. Усохшая «ведьмина метла»
Fig. 5. The dried-up «witch's broom»

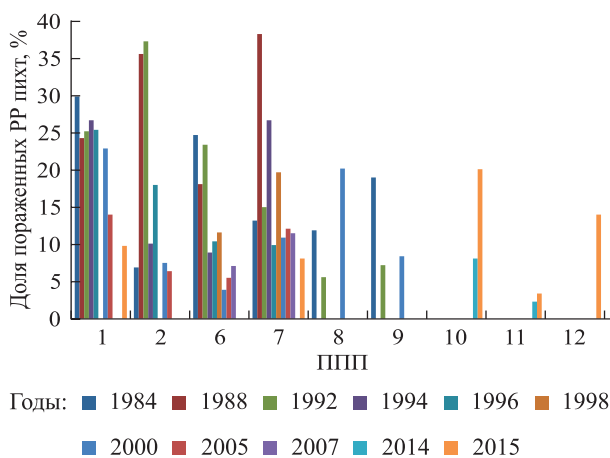


Рис. 6. Динамика доли пихт, пораженных ржавчинным раком, на ППП Байкальского заповедника в 1983–2015 гг.

Fig. 6. Dynamics of the share of fir affected by rusted cancers at the Baikal Reserve testing areas in 1983–2015.

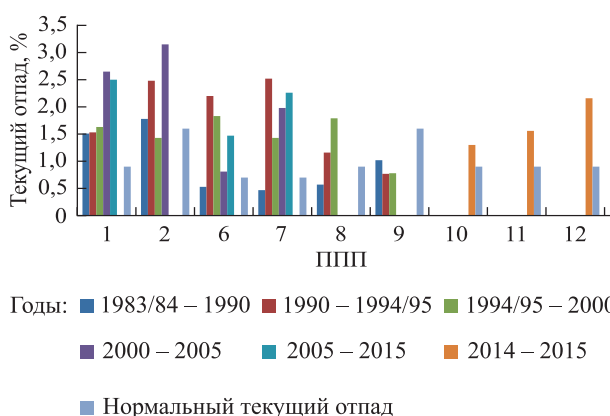


Рис. 7. Динамика усыхания пихты на ППП Байкальского заповедника в 1984–2015 гг.

Fig. 7. Dynamics of fir drying at the Baikal Reserve testing areas in 1984–2015

Очевидно, что величина диаметра зависит от лесорастительных условий. Так, молодые пихты на ППП Юбилейного и Выдринского лесничеств в год закладки имеют диаметр больше или почти

такой же, как у спелых деревьев верхней границы леса Мишихинского лесничества. А за 31 год средний диаметр больше (на 3,9 см) увеличился у деревьев в верхней границе леса (на ППП № 6), так как лесорастительные условия здесь лучше.

Анализ зависимости прироста по диаметру от различных факторов ослабления пихты позволил сделать следующие выводы. Существенный прирост по диаметру наблюдается у деревьев без внешних признаков ослабления либо с наличием только трещиноватой коры. Деревья с ранами ржавчинного рака пихты или «ведьмиными метлами», перетяжкой крон встречаются и занимают значительную часть как среди деревьев с очень малым приростом по диаметру, так и среди деревьев с хорошим приростом. Вполне возможно, что ослабления, вызванные этими причинами, мало влияют на величину прироста деревьев по диаметру. Большее влияние на радиальный прирост пихты оказывают угнетение со стороны соседних деревьев и повреждение вершин, в результате которого развивается суховершинность, многовершинность и т. п. [12].

Как видно из рис. 3, доля живых деревьев почти на всех пробных площадях, заложенных в 1980-х г., уменьшилась. Исключение составили ППП № 6 и 10. Увеличение доли живых деревьев на ППП № 10 объясняется тем, что в 2014 г. однократно учтены бурелом и ветровал, которые составили соответственно 6,5 и 1,1 %. Кроме того, в 2015 г. пробная площадь была расширена, добавлены 65 пихт.

Сильное покраснение хвои наблюдалось на ППП № 2 Выдринского лесничества, а также на ППП № 6 (1988) и 7 в (2007) (рис. 4). Это говорит об активизации процессов ослабления.

Самым распространенным заболеванием у пихты является ржавчинный рак пихты *Melampsorella caryophyllasearum* Schroet. Признаками поражения деревьев ржавчинным раком являются «ведьмины метлы», раковые опухоли на ветвях и стволах. Раковая опухоль окольцовывает тонкие ветви за 3–5 лет, после чего «ведьмины метлы» усыхают (рис. 5) и опадают. Ветви, зараженные раком, ослаблены, хвоя на таких деревьях полностью повреждается ризосферой *Rhizosphaera pini* (Crda.) Maubl. и опадает [6].

Как видно из рис. 6, самые сильные вспышки заболевания РР наблюдались на ППП № 1, 2, 7 соответственно в 1983, 1988, 1992 гг. Процент деревьев с признаками ржавчинного рака сильно варьируется. Резкое уменьшение его можно объяснить отмиранием и опадением «ведьминых метл», усыханием пораженных деревьев. Из сведений о признаках ослабления, предшествующих усыханию пихты, сделана выборка о количестве усохших пихт, ранее пораженных ржавчинным раком (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

**Степень поражения пихтового отпада ржавчинным раком
на ППП Байкальского заповедника с 1983 по 2015 гг.**

Degree of affection of fir virgin rust with cancer in the Baikal Nature Reserve from 1983 to 2015

ППП	Количество деревьев в год закладки, шт.	Длительность наблюдения, лет	Отпад, %				
			в среднем за год	общий	вследствие поражения РР / доля от общего количества, %		
					Всего	VI	VIII + VII
1	107	32	1,5	48,1	28 / 58,2	7,5 / 61	20,5 / 57,9
2	228	22	2,1	45,2	23,2 / 51,3	3,5 / 53,3	19,7 / 51,1
6	258	31	1,2	35,9	7 / 19,5	2,3 / 33,3	4,7 / 20
7	214	31	1,4	43,9	15 / 34,0	5,2 / 42,3	9,8 / 38,2
8	92	16	1,2	19,6	5,4 / 27,6	5,4 / 83,3	0 / 0
9	116	16	0,9	13,8	6,0 / 43,5	5,1 / 54,5	0,9 / 8,3

Т а б л и ц а 2

**Биологическая устойчивость древостоев
Biological stability of stands**

ППП	Таксационная характеристика	Класс возраста	Площадь, га	Текущий отпад, %	Общий отпад, % / длительность периода наблюдения, лет	Бонитет	Полнота	Нормальный текущий отпад, %	Пораженность болезнями	Заселенность стволовыми вредителями	Класс биологической устойчивости
1	6П, 1Е, 2Б 1Р6 + К	VI	0,3	2,5	48,1 / 32	IV	0,5	1,7	49,6	1,0	II
2	10П + К, Е, Б	IV	0,4	3,15	45,2 / 22	III	0,6	2,7	37,3	4,3	II
6	10П + Б	XII	0,5	1,5	35,9 / 31	V	0,4	0,7	30,5	3,4	II
7	10П + К	XII	0,15	2,3	43,9 / 31	IV	0,5	0,7	34,4	3,3	III

Как видно из табл. 1, ржавчинный рак пихты играет важную роль в ослаблении и усыхании пихтовых древостоев. Доля отпада с признаками РР достигает 28 % деревьев и 58,2 % общего количества отпада (ППП № 1).

На рис. 7 представлена динамика среднего годового отпада в отдельные периоды наблюдений.

Как видно из рис. 7, сильное усыхание наблюдалось в период 1990–1994/95 гг. на ППП № 2, 6, 7 и еще более сильное — в 2000–2005 гг. на ППП № 1, 2. На ППП № 7 с 2000 г. идет распад древостоя.

Если сопоставить данные рис. 4–6 и табл. 1, то видно, что сигналом ослабления древостоев является увеличение степени покраснения хвои, а самые активные процессы усыхания происходят в пихтовых древостоях после вспышек РР (ППП № 1, 2, 7).

На рис. 8 приведены данные о среднегодовой температуре воздуха и количестве годовых осадков с 1971 по 2015 г. На рис. 9 приведены значения ГТК 5 во время вегетационного периода (с мая по сентябрь) 1971–2015 гг.

С 1995 по 2014 г. снизилась амплитуда количества годовых осадков, хотя средняя многолетняя сумма осадков остается значительной — 857,8 мм. Величина ГТК в этот период в подавляющем большинстве случаев лет ниже средней многолетней. Это говорит о том, что лето стало теплее и суше.

Анализ погодных условий позволил выявить прямую зависимость процессов усыхания от погодных явлений. Например, в 1990 г. наблюдалось увеличение текущего отпада в Выдринском (р. Аносовка) и Юбилейном (р. Рассоха) лесничествах. В предыдущем году (1989) выпало мало осадков (на 271 мм ниже средней многолетней нормы), а среднегодовая температура воздуха превысила среднюю многолетнюю норму на 0,7 °С. В 1989 г. отмечалось почти самое низкое значение гидротермического коэффициента Селянинова (2,6). В следующем году (1990) наблюдалось увеличение коэффициента водности до 131 % средней многолетней нормы, а гидротермический коэффициент возрос до 5,7. Ливневые дожди июля и августа способствовали



Рис. 8. Динамика среднегодовой температуры воздуха и годовой суммы осадков в 1971–2015 гг. (по данным метеостанции «Танхой»)

Fig. 8. Dynamics of average annual air temperature and annual precipitation in 1971–2015 (according to the weather station «Tanghoi»)

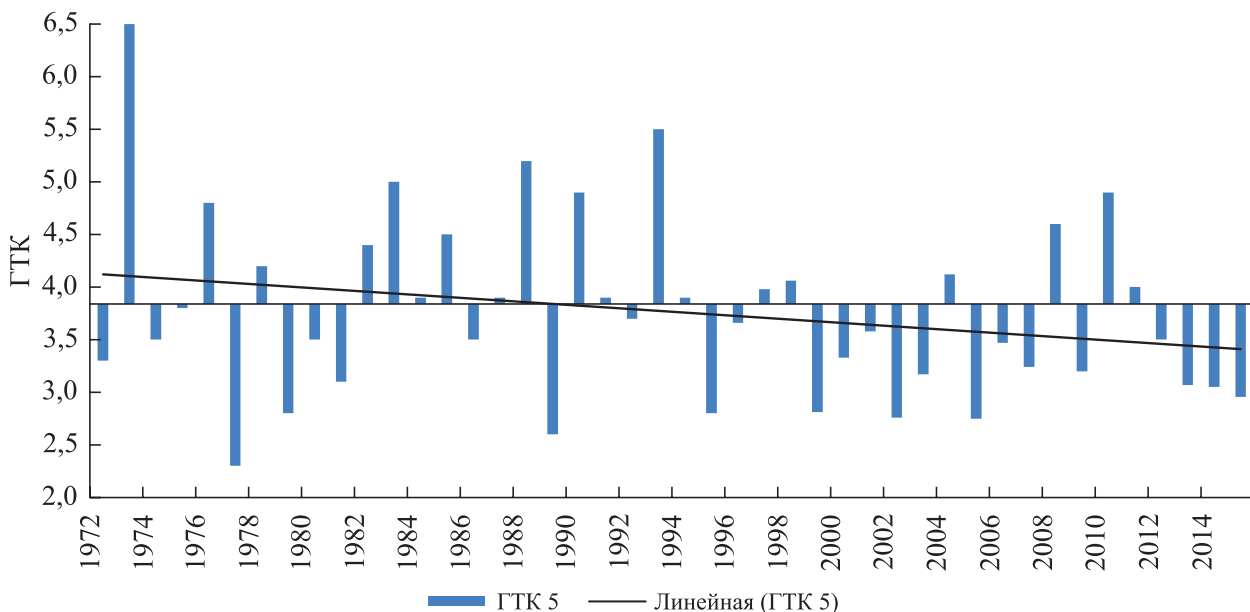


Рис. 9. Гидротермический коэффициент Селянинова в 1972–2015 гг. (по данным метеостанции «Танхой»)

Fig. 9. The hydrothermal Selyaninov coefficient in 1972–2015 (according to the weather station «Tanghoi»)

образованию на склонах оползней и большого количества ветровала.

Повышение численности и активизация жизнедеятельности усачей рода *Monochamus* наблюдалось в 1977–1984 гг. по р. Аносовке Выдринского лесничества, а с 2000 по 2008 г. — по всей территории заповедника. В 1977 г. выпало

самое низкое за годы наблюдений количество осадков (582,5 мм) и был отмечен самый низкий ГТК (2,3). Недостаток влаги ведет к ослаблению устойчивости деревьев, что благоприятствует развитию и размножению стволовых насекомых. В 1879–1981 гг. ГТК также был ниже нормы. В 1983 г. количество годовых осадков немного

превысило среднее многолетнее, летние осадки были обильными (об этом свидетельствует высокий ГТК), что способствовало затуханию вспышки массового размножения (ВМР) усачей рода *Monochamus*. В период следующей ВМР усачей (2000–2007) почти все время, кроме 2004 г. ГТК и годовое количество осадков были ниже нормы. В 2008 г. (во время завершения ВМР усачей рода *Monochamus*) опять наблюдалось превышение средних многолетних ГТК и годового количества осадков. Как видно, погодные условия наряду с биотическими факторами влияют и на возникновение, и на затухание ВМР насекомых. Выявлена положительная корреляционная зависимость между интенсивностью повреждения кроны пихты *Rhizosphaera pini* (Crd.) Maubl. и общим повреждением леса комплексом фитопатогенных грибов. В средней зоне ослабления популяция черного пихтового усача находится в метастабильном состоянии, что способствует повышению численности ризосферы.

В 1990-е гг. в пихтовых древостоях заповедника зарегистрирована вспышка массового размножения пяденицы *Macaria signaria* Нб. В 2008–2009 гг. и 2015 г. отмечено сильное повреждение хвойных деревьев хермесом — тлей рода *Cinara* [13].

Характеристика биологической устойчивости пихтовых древостоев на ППП северного склона хребта Хамар-Дабан Байкальского заповедника представлена в табл. 2.

Как видно из табл. 2, текущий отпад на всех пробных площадях превышает нормальный текущий отпад по данным классам возраста и классам бонитета, особенно на ППП № 6 и 7 (в 2,1 и 3,3 раза соответственно). С учетом этого факта и других показателей, пихтовые древостои на ППП № 1, 2, 6 относят ко II категории (насаждения с нарушенной устойчивостью), а на ППП № 7 — к III категории (насаждения, утратившие жизнеспособность).

Выводы

В 2000–2015 гг. в пихтовых древостоях заповедника прогрессируют процессы ослабления. Состояние пихтовых древостоев почти на всех пробных площадях является промежуточным между «ослабленным» и «сильно ослабленным». Значительное ухудшение состояния пихт наблюдается в ложбине у верхней границы леса в перестойных насаждениях, подверженных воздействию воздушных промышленных выбросов, а также вдоль туристической тропы. Экскурсионные тропы в заповедниках следует прокладывать настилами или засыпать опилками, щепой.

В перестойных ослабленных насаждениях верхней границы леса наблюдается достаточно стабильное состояние пихт.

За 31 год наблюдений средний диаметр пихты больше всего увеличился у деревьев верхней границы леса (ППП № 6). Влияние на радиальный прирост пихты оказывают угнетение со стороны соседних деревьев и повреждение вершин.

Сильное покраснение хвои наблюдалось на ППП № 2 Выдринского лесничества, ППП № 6 (в 1988 г.) и № 7 (в 2007 г.) Мишихинского лесничества. Покраснение хвои на ветвях пихт связано в основном с широким распространением болезней хвои и ветвей, а также с повреждением ветвей насекомыми.

Ржавчинный рак пихты — важный фактор ослабления и усыхания пихтовых древостоев. После вспышек РР в пихтовых древостоях происходят активные процессы усыхания. Процент деревьев с признаками ржавчинного рака значительно варьируется. Сильные вспышки заболевания РР наблюдались на ППП № 1, 2, 7 соответственно в 1983, 1988, 1992 гг. Доля отпада с признаками РР достигает 28 % количества деревьев и 58,7 % общего количества отпада (ППП № 1).

Массовое усыхание пихты наблюдалось в период 1990–1994/95 гг. на ППП № 2, 6, 7 и в 2000–2005 гг. на ППП № 1, 2. На ППП № 7 с 2000 г. идет распад древостоя.

Пихтовые древостои на ППП № 1, 2, 6 относятся ко II категории, а на ППП № 7 к III категории.

Повышение численности и активизация жизнедеятельности усачей рода *Monochamus* наблюдалось в 1977–1984 гг. по р. Аносовке Выдринского лесничества, в 2000–2008 гг. по всей территории заповедника. Погодные условия наряду с биотическими факторами способствуют как возникновению, так и затуханию вспышек массового размножения насекомых.

Атмосферное загрязнение, перепады увлажнения от избыточного до недостаточного, часто повторяющиеся зимние оттепели привели к ослаблению устойчивости древостоев. Повышение летней температуры и снижение уровня грунтовых вод создали условия, благоприятные для активизации грибковых и бактериальных болезней, очагов насекомых-ксилофагов [14, 15].

Авторы выражают глубокую благодарность Т.В. Галасьевой, Е.Г. Мозолева, Э.С. Соколовой, И.В. Козырь, всем сотрудникам и студентам МЛТИ, принимавших участие в полевых исследованиях.

Список литературы

- [1] Мозолевская Е.Г., Галасьева Т.В., Соколова Э.С. Лесопатологическое обследование Байкальского заповедника. М.: МЛТИ, 1984. 85 с.
- [2] Мозолевская Е.Г., Галасьева Т.В., Соколова Э.С. Лесопатологическое обследование Байкальского заповедника. Заключение. М.: МЛТИ, 1985. 146 с.
- [3] Гаврилец М.Е. Отчет по лесопатологическому обследованию части лесов Байкальского государственного заповедника Главохоты РСФСР. М.: Главохота РСФСР, 1987. 347 с.
- [4] Воронин В.И., Власенко В.В., Ходжер Т.В. Картографическое обеспечение мониторинга лесов, ослабленных аэрозольными выбросами Байкальского ЦБК // Проблемы экологии лесов Прибайкалья / ред. А.С. Плешанов, А.С. Щербатюк. Иркутск: Сиб. отд. АН СССР; Сиб. ин-т физиологии и биохимии растений, 1991. С. 5–21.
- [5] Исаев А.С., Рожков А.С., Киселев В.В. Черный пихтовый усач. Новосибирск: Наука, 1988. 271 с.
- [6] Плешанов А.С., Морозова Т.И. Микромицеты пихты сибирской и атмосферное загрязнение лесов. Новосибирск: Гео, 2009. 116 с.
- [7] Краснобаев В.А. Оценка пригодности метода кондуктометрии для экологического мониторинга // Новые методы в дендрэкологии: Матер. Всерос. науч. конф. Иркутск, СИФИБР СО РАН, 10–13 сентября 2007 г. Иркутск: Институт географии СО РАН, 2007. С. 104–107.
- [8] Алексеев В.А., Шабунин Д.А. Побеговый рак пихты сибирской: описание болезни и методические рекомендации по его полевой диагностике. СПб.: СПбНИИЛХ, 2000. 29 с.
- [9] Воронцов А.И. Патология леса. М.: Лесная пром-сть, 1978. 270 с.
- [10] Мозолевская Е.Г., Галасьева Т.В., Соколова Э.С., Осипов И.Н., Осипова А.С. Организация лесопатологического мониторинга в заповедниках. Пушино: Научный центр биологических исследований АН СССР, 1990. 29 с.
- [11] Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М.: Лесная пром-сть, 1984. 152 с.
- [12] Белова Н.А. Признаки ослабления пихт и величина их прироста по диаметру ствола в древостоях Байкальского заповедника // Изв. Самарского науч. центра РАН, 2010. Т. 12 (33). № 1 (5). С. 1371–1375.
- [13] Белова Н.А., Морозова Т.И. Роль насекомых в ослаблении и усыхании древостоев Байкальского заповедника // Матер. XV Съезда Русского энтомологического общества. Новосибирск, 31 июля – 7 августа 2017 г. Новосибирск: Гарамонд, 2017. С. 52–53.
- [14] Белова Н.А., Морозова Т.И. Динамика состояния кедровых древостоев Байкальского заповедника и сопредельных территорий // Матер. конф. «Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории и практики». Москва, 18–22 апреля 2016 г. М.: Красноярск: Институт лесоведения СО РАН, 2016. С. 27–28.
- [15] Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Лесоводственная экскурсия в леса Клинско-дмитровской гряды М.: МГУЛ, 2002. 93 с.

Сведения об авторах

Белова Нина Александровна — канд. биол. наук, старший научный сотрудник, ФГБУ «Байкальский государственный природный биосферный заповедник», baikaln@gmail.ru

Морозова Татьяна Иннокентьевна — канд. биол. наук, заместитель заведующего отделом карантина растений ФГБУ «Иркутская межобластная ветеринарная лаборатория», ti.morozova@mail.ru

Поступила в редакцию 30.10.2017.

Принята к публикации 15.01.2017.

DYNAMICS OF FOREST PATHOLOGY CONDITION OF FIR STANDS OF THE BAIKAL NATURE RESERVE (1983–2015)

N.A. Belova¹, T.I. Morozova²

¹Baikalsky State Nature Biosphere Reserve, Krasnogvardeiskaya st., 34, pos. Tankhoi, Kabansky district, Republic of Buryatia, Russia, 671220

²Irkutsk Interregional Veterinary Laboratory, Botkina st., 4, Irkutsk, Russia, 664005

baikalnr@mail.ru

The article analyzes the changes in the forest pathological condition of the fir plantations of the Baikal Reserve that occurred in 1983–2015. Based on the series of data on the state of trees on permanent test areas (hereinafter referred to as PTA) in typical forest stands of the reserve, dynamics diagrams of the parameters of the fir trees state are made. It includes the middle category of the state; average diameter; the proportion of living trees; average redness of needles; the proportion of fir affected by fir broom rust (*Melampsorella caryophyllacearum*); current mortality. The average category of the fir stands condition in almost all test areas is in the interval between «weakened» and «greatly weakened». A strong deterioration in the state of fir is observed in the hollow near the upper border of the forest, as well as along the hiking trail. In the overmature weakened stand of the upper border of the forest, a fairly stable state of fir is observed. Neighboring trees and damaged treetops have a depressing effect on the radial increment of fir. The proportion of living trees in almost all test areas decreased. A strong reddening of fir needles was observed in 1988 and 2007. After fir broom rust outbreaks, active processes of desiccation take place in the forest stands. The proportion of mortality with its signs reaches 28 % of the number of trees in the test area. Mass desiccation of fir was observed over the period of 1990–1994/95 and 2000–2005. Analysis of weather data has made it possible to determine the direct dependence of drying processes on weather phenomena. Weather conditions, along with biotic factors, both contribute to the emergence and damping of outbreaks of mass reproduction of insects. Fir stands of the Baikal Reserve belong to category II of the forest pathological state — plantings with impaired stability and sometimes to III — lost vitality.

Keywords: Baikal reserve, fir, dynamics, state, current mortality

Suggested citation: Belova N.A., Morozova T.I. *Dinamika lesopatologicheskogo sostoyaniya pikhtovykh drevostoev Baykal'skogo zapovednika* (1983–2015) [Dynamics of forest pathology condition of fir stands of the Baikal Nature Reserve (1983–2015)]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2018, vol. 22, no. 2, pp. 5–15. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-2-5-15

References

- [1] Mozolevskaya E.G., Galas'eva T.V., Sokolova E.S. *Lesopatologicheskoe obsledovanie Baykal'skogo zapovednika* [Forest Pathology research in the Baikal Nature Reserve.]. Moscow: MLTI, 1984, 85 p.
- [2] Galas'eva T.V., Mozolevskaya E.G., Sokolova E.S. *Lesopatologicheskoe obsledovanie Baykal'skogo zapovednika. Zaklyuchenie* [Forest Pathology research in the Baikal Nature Reserve. Conclusion]. Moscow: MLTI, 1985, 146 p.
- [3] Gavrilents M.E. *Otchet po lesopatologicheskomu obsledovaniyu chasti lesov Baykal'skogo gosudarstvennogo zapovednika Glavokhoty RSFSR* [Report on forest pathology inspection forest of the Baikal State Reserve of the RSFSR]. Moscow: Glavokhota, 1987, 347 p.
- [4] Voronin V.I., Vlasenko V.V., Khodzher T.V. *Kartograficheskoe obespechenie monitoringa lesov, oslablennykh aerovybrosami Baykal'skogo TsBK* [Cartographic support of forest monitoring, weakened aerobase Baikal pulp and paper mill]. *Problemy ekologii lesov Pribaykal'ya* [Problems of ecology of forests of Baikal region]. Irkutsk, Siberian Branch of the USSR, 1991, pp. 5–21.
- [5] Isaev A.S., Rozhkov A.S., Kiselev V.V. *Chernyy pikhtovyy usach* [Fir Black moustache]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1988, 271 p.
- [6] Pleshanov A.S., Morozova T.I. *Mikromitsety pikhty sibirskoy i atmosferno zagryaznenie lesov* [Siberian fir Micromycetes and air pollution forests]. Novosibirsk: Geo Publ., 2009, 116 p.
- [7] Krasnobaev V.A. *Otsenka prigodnosti metoda konduktometrii dlya ekologicheskogo monitoringa* [To assess the suitability of the method of conductometry for environmental monitoring]. *Novye metody v dendroekologii* [New methods in dendroecology]. Irkutsk: IG SO RAN Publ., 2007, pp. 104–107.
- [8] Alekseev V.A., Shabunin D.A. *Pobegovyy rak pikhty sibirskoy* [Escape cancer of Siberian fir]. *Opisanie bolezni i metodicheskie rekomendatsii po ego polevoy diagnostike* [The description of the disease and methodological recommendations for field diagnostics]. SPb: SPb NIILKh Publ., 2000, 29 p.
- [9] Vorontsov A.I. *Patologiya lesa* [Forest pathology]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' Publ., 1978, 270 p.
- [10] Mozolevskaya E.G., Galas'eva T.V., Sokolova E.S., Osipov I.N., Osipova A.S. *Metody lesopatologicheskogo obsledovaniya monitoringa v zapovednikakh* [Methods survey of forest pathology monitoring in the reserves]. Pushchino: The Scientific Center for Biological Research of the USSR Academy of Sciences Publ., 1990, 29 p.
- [11] Mozolevskaya E.G., Kataev O.A., Sokolova E.S. *Metody lesopatologicheskogo obsledovaniya ochagov stvolovykh vrediteley i bolezney lesa* [Methods of forest pathology examination of foci of stem pests and forest disease]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' Publ., 1984, 152 p.
- [12] Belova N.A. *Priznaki oslableniya pikht i velichina ikh prirosta po diametru stvola v drevostoyakh Baykal'skogo zapovednika* [Signs of weakening of the fir and the magnitude of their increase in diameter of a trunk in the forest of the Baikal Nature Reserve]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2010, v. 12 (33), no. 1 (5), pp. 1371–1375.

- [13] Belova N.A., Morozova T.I. *Rol' nasekomykh v oslablenii i usykhanii drevostoev Baykal'skogo zapovednika* [The role of insects in the weakening and drying of the forest of the Baikal Reserve]. Mater. XV S'ezda Russkogo entomologicheskogo obshchestva [Proc. XV Congress of the Russian Entomological Society]. Novosibirsk, July 31 – August 07, 2017. Novosibirsk: Garamond, 2017, pp. 52–53.
- [14] Belova N.A., Morozova T.I. *Dinamika sostoyaniya kedrovyykh drevostoev Baykal'skogo zapovednika i sopredel'nykh territoriy* [Dynamics of condition of pine stands of the Baikal Nature Reserve and adjacent areas]. Mater. konf. «Monitoring i biologicheskie metody kontrolya vreditel'ey i patogenov drevesnykh rasteniy: ot teorii i praktike». Moskva, 18–22 aprelya 2016 [Monitoring and biological methods to control pests and pathogens of woody plants: from theory and practice. Moscow, April 18–22, 2016]. Krasnoyarsk: IL SO RAN Publ., 2016, pp. 27–28.
- [15] Merzlenko M.D., Mel'nik P.G. *Lesovodstvennaya ekskursiya v lesa Klinско-dmitrovskoy gryady* [A forest excursion to the forests of the Klin-Dmitrov ridge]. Moscow: MGUL, 2002. 93 p.

Authors' information

Belova Nina Alexandrovna — Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher of Baikal State Nature Biosphere Reserve, baikalnr@mail.ru

Morozova Tat'ana Innokent'evna — Cand. Sci. (Biol.), Deputy Head of the Department of Plant Quarantine of Irkutsk Interregional Veterinary Laboratory, ti.morozova@mail.ru

Received 30.10.2017.

Accepted for publication 15.10.2017.