

Устойчивость темнохвойных лесов Прибайкалья к «новым» болезням¹

По оценке Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO) общая площадь лесов мира превышает 3,4 млрд га, или 27 % площади земной суши, причем на территории России сосредоточено 22 % площади мировых лесов, значительная часть которых охвачена различными заболеваниями. В докладе о состоянии лесов в качестве основных причин деструкции называют насекомых-вредителей и болезни (insectpestsanddiseases), пожары (fire), вырубку (overharvestingoffuelwood), изменения в землепользовании (changesinlanduse), нерациональное ведение лесного хозяйства (mismanagementofproductionforests), выпас скота (overgrazin), загрязнение воздуха (air pollution) и экстремальные климатические явления (extreme climatic events) [18]. Можно видеть, что на первом месте стоит биотический природный фактор – насекомые-вредители и болезни леса (insect pests and diseases), а природный абиотический фактор – экстремальные климатические явления (extreme climatic events) – лишь на последнем месте.

Деструкция лесов, под которой понимают утрату жизнеспособности лесных насаждений и их гибель под влиянием тех или иных факторов, становится актуальной проблемой нашего времени. Она проявляется в ухудшении жизненного состояния деревьев и усыхании древостоев, гибели подроста, уменьшении биологической продуктивности, упрощении структуры и сокращении видового разнообразия лесных экологических систем. Проблема ухудшения санитарного состояния лесов в последние годы привлекает все большее внимание ученых и общественности. Усыханию подвержены в большей или меньшей степени практически все виды древесных растений в Евразии, Южной и Северной Америке, Африке, Австралии. На Британских островах уже более 100 лет общепризнанным фактом является гибель широколиственных деревьев [20]. Усыхание обусловлено воздействием комплекса факторов – климата, особенно засухи, насекомых и патогенов. На юго-западе Австралии резко усилилось усыхание крон у эвкалиптов, так что почти не осталось неповрежденных насаждений [15]. В последние десятилетия наблюдается резкое развитие процессов гибели дуба в Европе [9; 14]. Первое упоминание об их усыхании появилось в литературе более 200 лет назад. В итоге, за последние 130 лет площадь дубовых лесов России уменьшилась в три раза [10].

Быстрая прогрессирующая гибель сосны обыкновенной, а затем и других пород установлена в долине Аоста (Италия), особенно весной, когда отдельные вполне здоровые деревья или разновозрастные куртины сосны одновременно усыхали [19]. Вскоре сосна исчезла из состава смешанных насаждений северных склонов среднегорной части. В качестве предрасполагающей причины называется засуха и недостаточный питательный статус, повреждение хвои вредителем *Acantolida posticalis*, поражение озоном, и др. Не менее интенсивное отмирание деревьев в сосновых лесах наблюдается в горных районах Швейцарии [17]. В качестве причин рассматриваются такие факторы, как изменение климата, промышленные выбросы, старение лесов. Наиболее сильно действующим отрицательным фактором признаны энтомовредители, особенно сосновый лубоед. Также и среди

* В. И. Воронин, Т. И. Морозова, Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН (Иркутск).

E-mail: bioin@sifibr.irk.ru

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-29-05074.

стрессовых факторов развития нового типа усыхания лесов, затронувшего лесные массивы Чехии, Польши и Германии, загрязнению среды отводится основная роль на начальных стадиях ослабления насаждений, насекомые-вредители завершают этот процесс [16]. Индивидуально каждый из этих факторов не может быть летальным для здорового лесного насаждения.

Особое внимание исследователей в России было посвящено еловым ценозам [11]. В качестве причин их катастрофической гибели указывается техногенное загрязнение, абиотические и биотические факторы, антропогенное влияние [9]. В Архангельской области особенно интенсивно усыхание происходит в районе Северной Двины и Пинеги на площади более чем 1,6 млн га [12]. В качестве основной причины гибели ельников автор называет предельный возраст их жизни. Указано, что такие факторы, как насекомые и гнили не являются главными первоначальными причинами усыхания ели, а лишь следствием достижения древостоями ели своего предельного естественного возраста, в котором происходит их отпад и замена более молодыми [Там же].

Всплеск бактериальных болезней хвойных и лиственных пород произошёл в последние десятилетия. На территории европейской части России практически повсеместно встречается бактериальная водянка березы (*Erwinia multivora* Scz.-Parf.), хотя еще полвека назад она отмечалась лишь единично. В Кавказском регионе наблюдается периодическое усыхание пихты, что является следствием фитопатологических (в основном, бактериологических) процессов [3; 13] и имеет характер эпифитотии, в настоящее время поразившей лесные массивы на обширных территориях. Полученные результаты подтверждаются исследованиями фитопатологов Российского центра защиты леса, проводившими в 2000–2001 гг. лесопатологическое обследование 25 тыс. га древостоев в лесах Комитета природных ресурсов Республики Адыгея. Возбудителями болезни, по их данным, являются бактерии рода *Erwinia* и *Pseudomonas*.

Бактериальные болезни лесов, получившие широкое распространение в последние десятилетия с большой долей вероятности вызваны климатическими изменениями. На это прямо указывают наши экспериментальные данные [5]. И нам следует ожидать расширения географии и масштабов данного грозного явления, которое ранее не изучалось в достаточной степени. Соответственно, не изучены детально ни состав возбудителей патологического процесса, ни начальные условия его возникновения и, наконец, не определены радикальные способы борьбы с этими заболеваниями.

Неблагополучие темнохвойных лесов Прибайкалья возникло не сегодня, а отмечается уже, по крайней мере, последние сорок лет. На первых этапах его связывали исключительно с химическим повреждением от аэровыбросов Байкальского ЦБК [1]. По мере накопления материалов исследований ситуация стала выглядеть не такой однозначной. В частности, выяснилось, что в большинстве случаев непосредственная причина пожелтения крон деревьев в данном регионе – не химическое отравление, а массовые грибные эпифитотии и размножение насекомых-дендрофагов [7]. В последние же годы картина еще более усложнилась в связи с обнаружением в регионе больших очагов бактериозов хвойных [2]. На протяжении нескольких последних лет наблюдается устойчивое ухудшение санитарного состояния темнохвойных лесов Прибайкалья. Масштабы явления весьма значительны и счет идет на десятки тысяч гектаров.

Симптоматика ряда характерных признаков: куртинное ослабление и усыхание деревьев, мозаичное повреждение (дехромация хвои) кедра и пихты, поперечные и продольные трещины в коре и активное истекание экссудата/смолотечение из них; наличие на поперечном срезе древесины ствола деревьев всех категорий «мокрого ядра», а у сильно ослабленных и недавно усохших деревьев – характер-

ного «темного водослоя» [13] дает основание для диагностики повреждения темнохвойных древостоев в Иркутской области и Бурятии бактериальными агентами.

Микробиологический анализ почвы, отобранной в районе постоянных пробных площадей в Гусиноозерском лесничестве в августе 2012 г., а также флоэмы кедра, контактирующей с пораженной древесиной, показал наличие бактерий рода *Pseudomonas*. Одна из идентифицированных нами бактерий этого рода – *Pseudomonas fluorescens*, в лесных питомниках Красноярского края и Хакасии вызывает инфекционное поражение семян хвойных [4]. Дополнительный микробиологический анализ тех же образцов древесины, проведенный бактериологами отдела диагностики бактериальных болезней ФГБУ Иркутской межобластной лаборатории, позволил выявить также бактерии рода *Erwinia* – *E. nimipressuralis* Carter.

Бактерии имеют вид кокковидных палочек с закругленными концами размером 0,6–0,7 × 0,8–1,0 мк, одиночных, реже соединенных парами, споры данные бактерии не образуют. На мясопептонном агаре (МПА) образуют колонии белосерые, гладкие, блестящие, округлые, с несколько неровным краем [8]. Поскольку единая систематика бактерий не разработана до настоящего времени, все прокариоты распределены по группам, не имеющим таксономического статуса. Согласно «Определителю бактерий Берджи» [6] род *Erwinia* входит в семейство энтеробактерий группы факультативно анаэробных грамотрицательных палочек, объединяющей три семейства, в том числе и *Enterobacteriaceae*. Именно данный вид является основным возбудителем водянки хвойных в Сибири [8].

Для выяснения динамики ослабления темнохвойных лесов в 2014–2015 гг. нами был проведен анализ изменчивости радиального прироста кедра и пихты на юго-восточном склоне хребта Хамар-Дабан. Установлено, что при поражении бактериальной водянкой общим для пихты и кедра является короткий отрезок пролетального снижения радиального прироста. В нашем случае у пихты он обозначился в 2003 г. С этого года в Прибайкалье начался период долговременного снижения количества летнего атмосферного увлажнения. Негативные тенденции радиального прироста кедра проявились чуть позже, с 2006 г., когда количество осадков стало существенно ниже средней нормы. Анализируемые деревья кедра погибли в 2009 г., после трехлетнего дефицита атмосферного увлажнения. Таким образом, древостои, поврежденные бактериальной водянкой, могут быстро погибнуть при наступлении неблагоприятной погодной ситуации, в нашем случае, при возникновении продолжительной засухи. На графике ширины годичных колец кедра отчетливо выделяется период депрессии радиального прироста в 1970–1990 гг., отсутствующий у пихты, когда заготовка шишек кедра велась наиболее интенсивно. Это обстоятельство также оказалось важным, ибо механические повреждения были теми воротами, через которые бактериальная инфекция проникала в стволы деревьев.

Таким образом, выявленные повреждения темнохвойных лесов в Иркутской области и Бурятии первопричиной имеют, по всей вероятности, обострение хронического течения бактериальных болезней хвойных, которые ранее в данном регионе не были отмечены и поэтому именуется нами «новыми» болезням и темнохвойных лесов. На фоне их возможно усиление негативного действия грибов-микромикровредителей и насекомых-вредителей. Особую опасность представляет существенное снижение уровня атмосферного увлажнения этих лесов, которое может привести к их массовому усыханию. Необходимо срочное обследование древостоев с целью определения способов борьбы с бактериальным поражением.

Деструктивные факторы воздействуют на лес комплексно и зачастую связаны между собой (появление ветровалов приводит к возникновению очагов вредных насекомых, атмосферное загрязнение снижает устойчивость лесов к возбудителям

болезней и т.п.). Поэтому причины деструкции лесов должны и рассматриваться комплексно, с учетом всех значимых факторов, определяющих этот процесс, и выявление их является актуальной проблемой экологических исследований.

Литература

1. Воронин В. И., Соков М. К. Влияние сероорганических компонентов атмосферных выбросов на пихту сибирскую // Лесоведение. – 2005. – № 2. – С. 62–64.
2. Воронин В. И., Морозова Т. И., Ставников Д. Ю., Нечесов И. А., Осолков В. А., Буянтуев В. А., Михайлов Ю. З., Говорин Я. В., Середкин А. Д., Шуварков М. А. Бактериальное повреждение кедровых лесов Прибайкалья // Лесн. хоз-во. – 2013. – № 3. – С. 39–41.
3. Голгофская К. Ю., Щербин-Парфененко А. Л. Усыхание пихты в Кавказском заповеднике // Фитопатогенные бактерии. – Киев : Наукова думка, 1975. – С. 302–305.
4. Гродницкая И. Д. Инфекционные заболевания сеянцев хвойных в лесопитомниках Сибири и меры борьбы с ними // Болезни и вредители в лесах России: Век XXI : материалы Всероссийской конференции с международным участием и V ежегодных чтений памяти О. А. Катаева (Екатеринбург, 20–25 сентября 2011 г.). – Красноярск : ИЛ СО РАН, 2011. – С. 72–75.
5. Краснобаев В. А., Воронин В. И. Аномальные оттепели как одна из причин повреждений кроны молодых хвойных деревьев в южном Прибайкалье // Географ. и прир. ресурсы. – 2011. – № 2. – С. 75–78.
6. Определитель бактерий Берджи. Т. 1. – М. : Мир, 1997. – 430 с.
7. Плешанов А. С., Морозова Т. И. Микромицеты пихты сибирской и атмосферное загрязнение лесов. – Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2009. – 115 с.
8. Рыбалко Т. М., Гукасян А. Б. Бактериозы хвойных Сибири. – Новосибирск : Наука, 1986. – 78 с.
9. Селочник Н. Н. Факторы деградации лесных экосистем // Лесоведение. – 2008. – № 5. – С. 52–60.
10. Фадеев А. В. За состояние дубрав ответственны не только лесоводы // Лесное хозяйство. – 1997. – № 5. – С. 34–35.
11. Федоров Н. И. Основные факторы региональных массовых усыханий ели в лесах Восточной Европы // Грибные сообщества лесных экосистем. – М. ; Петрозаводск: Карел. НЦ РАН, 2000. – С. 252–291.
12. Чупров Н. П. К проблеме усыхания ельников в лесах европейского севера России // Лесное хоз-во. – 2008. – № 1. – С. 24–26.
13. Щербин-Парфененко А. Л. Бактериальные заболевания лесных пород. – М., 1963. – 148 с.
14. Donaubauer E. Die Bedeutung von Krankheitserregern beim gegenwertigen Eichensterben in Europa-eine Literaturubersicht // Eur. J. Forest Pathol. – 1998. – V. 28, № 2. – P. 91–98.
15. Hopper R. J., Sivasithamparam K. Characterization of damage and biotic factors associated with the decline of Eucalyptus wandoo in southwest Western Australia // Can. J. Forest Res. – 2005. – V. 35, № 11. – P. 2589–2602.
16. Nuorteva P. The role of air pollution and climate change in development of forest insect outbreaks – guest editorial : Workshops «Eff. Possible Glob. Warming Insect Diversity and Distrib.» and «Role Air and Soil Pollut. Dev. Forest Insect Outbreaks» during 20 Int. Congr. Entomol., Firenze, 25–31 Aug., 1996 // Acta phytopathol. et entomol. hung. – 1997. – 32, № 1–2. – P. 127–128.
17. Rigling A., Forster B., Wermelinger B., Cherubini P. Waldfohrenbestande im Umbruch // Wald und Holz. – 1999. – V. 80, № 13. – P. 8–12.
18. State of the world's forests // FAO. Rome. – 1997. – 200 p.
19. Vertui F., Tagliaferro F. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) die-back by unknown causes in the Aosta Valley, Italy // Chemosphere. – 1998. – V. 36, № 4–5. – P. 1061–1065.
20. Woodward S. Causes of decline in United Kingdom broadleaved stands // Possible Limitation of Decline Phenomena in Broadleaved Stands. Warsaw, 2006. – P. 21–27.

V. Voronin, T. Morozova,
Siberian institute of plant physiology
and biochemistry (Irkutsk)

**SUSTAINABILITY OF THE DARK CONIFEROUS FORESTS
OF THE BAIKAL REGION TO «NEW DISEASES»**

The recent damage to dark coniferous forests in the Baikal region which were not previously noted in the region have an unclear etymology and not established scales. Most likely, the revealed damages of dark coniferous forests in the Irkutsk region and Buryatia have an initial cause of worsening of the chronic course of bacterial diseases of conifers that were not previously noted in the region and therefore are referred as «new diseases» of dark coniferous forests. On these background there is possibility increase a negative effect of micromycetes and insect pests. A particular danger is a significant reduction in the level of atmospheric humidification of these forests which can lead to their mass drying. An urgent examination of the stands is necessary in order to determine the methods of combating bacterial damage.