

УДК 630*443.3

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГО-ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОЧАГОВ УСЫХАНИЯ СОСНЫ ОТ КОРНЕВОЙ ГУБКИ

Битяев С.Г., Чураков Б.П.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск,
e-mail: churakovbp@yandex.ru

Изучена зависимость площади очагов усыхания сосны, пораженной корневой губкой, от эколого-лесоводственных факторов: лесорастительных условий, сомкнутости полога, продуктивности, возраста древостоя и степени развития очагов. Результаты исследований показали, что наибольшая площадь очагов корневой губки и очагов усыхания сосны приходится на более богатые местообитания: сосняки орляковые, снытьево-ясменниковые, крупнотравные и мелкотравные. В этих типах леса сосредоточено 74,1% общей площади очагов корневой губки и 73,6% площади очагов усыхания сосны. Распространение очагов усыхания сосны зависит от эколого-лесоводственных факторов. Установлено влияние на распространение очагов усыхания типов леса, лесоводственной полноты, бонитета, возраста и степени развития очагов. Во всех восьми обследованных типах леса повышение лесоводственной полноты и продуктивности древостоев достоверно приводит к увеличению общей площади очагов усыхания сосны от корневой губки. Например, в наиболее продуктивном сосняке орляковом при полноте 0,4 площадь очагов усыхания составляет 5,4% от общей площади очагов, а при полноте 0,8 эта площадь увеличивается до 32,8%; в высокопродуктивных древостоях I класса бонитета площадь очагов – 33,3%, в низкопродуктивном V – всего 4,5%. В то же время с повышением возраста древостоев площадь очагов усыхания достоверно снижается. Например, в I классе возраста в сосняке орляковом площадь очагов составляет 25,5%, а в V – всего 4,2%. Что касается влияния степени развития очагов на распространение корневой губки, то установлено, что наибольшая площадь очагов усыхания сосны сосредоточена в действующих, затухающих и затухших очагах – 85,9%. Причем это характерно для всех обследованных типов леса. Незначительная площадь возникающих и формирующихся очагов усыхания (14,1%) говорит о том, что в обследованных популяциях сосны обыкновенной зараженность деревьев корневой губкой идет на спад с последующим зарастанием очагов лиственными породами и кустарниками.

Ключевые слова: очаги усыхания, корневая губка, типы леса, бонитет, полнота, возраст

INFLUENCE OF ECOLOGICAL AND FORESTRY FACTORS ON THE SPREAD OF PINE SHRINKING FOCI FROM THE ROOT SPONGE

Bityaev S.G., Churakov B.P.

Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, e-mail: churakovbp@yandex.ru

The dependence of the area of pine shrinking foci affected by root sponge on ecological and forestry factors: forest conditions, canopy closeness, productivity, age of the stand and the degree of development of foci was studied. The results of research have shown that the largest area of root sponge foci and pine shrinking foci falls on richer habitats: eagle pines, snytevo-yasmennikovye, large-grass and small-grass. These types of forests contain 74.1% of the total area of root sponge foci and 73.6% of pine shrinking foci. The distribution of shrinkage of pine depends on the ecological and silvicultural factors. The influence of forest types, forest completeness, bonit, age and degree of development of foci on the distribution of foci of desiccation is established. In all 8 surveyed forest types, the increase in forest completeness and productivity of stands significantly leads to an increase in the total area of pine shrinking centers from the root sponge. For example, in the most productive orlyakov pine with a fullness of 0.4, the area of shrinkage foci is 5.4% of the total area of foci, while with a fullness of 0.8, this area increases to 32.8%; in high – yielding stands of class I Bonita, the area of foci is 33.3%, in low-yielding V-only 4.5%. At the same time, with increasing age of stands, the area of foci of shrinkage significantly decreases. For example, in the first class of age in the orlyakov pine forest, the area of foci is 25.5%, and in the V-only 4.2%. as for the influence of the degree of development of foci on the spread of the root sponge, it was found that the largest area of pine shrinking foci is concentrated in active, fading and faded foci – 85.9%. Moreover, this is typical for all the surveyed forest types. A small area of emerging and forming foci of desiccation (14.1%) indicates that in the surveyed populations of common pine, infestation of root sponge trees is on the decline, followed by overgrowth of foci with hardwoods and shrubs.

Keywords: foci of desiccation, root sponge, forest types, bonitet, completeness, age

Основными эколого-лесоводственными факторами, влияющими на структуру и функционирование лесных экосистем, являются лесорастительные условия, тип леса, лесоводственная полнота, продуктивность и возраст древостоев. Лесорастительные условия и тип леса, зависящие от по-

звоженно-климатических условий, являются не только существенными лесоводственными, но и важными экологическими факторами в лесных биогеоценозах. С изменением степени сомкнутости древесного полога (полноты) в лесном фитоценозе меняются и такие экологические условия, как осве-

ценность, влажность, температурный и ветровой режимы. Продуктивность древостоев зависит от почвенно-климатических факторов и тесно связана с сохранением биологической и экологической устойчивости лесных экосистем [1, с. 341–344; 2, с. 61–67; 3, с. 38].

Одним из важнейших биологических факторов, влияющих на устойчивость лесных экосистем, является патологический фактор. В сосновых фитоценозах функцию основного патологического фактора выполняет корневая губка *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref [4, с. 24; 5, с. 159–163; 6, с. 172]. Отличительной особенностью поражённых корневой губкой насаждений является куртинный и очаговый характер заболевания. По В.Г. Стороженко [7, с. 180], под очагом инфекции понимается участок леса (культур), где возбудитель обладает патогенностью, позволяющей ему поражать живые деревья. В.Г. Стороженко [6, с. 172] отмечает, что в древостоях сосны до возраста приспевания встречаемость корневой губки может достигать 100%, особенно при очаговом поражении деревьев.

По С.Ф. Негруцкому [8, с. 196], очаг корневой губки – это групповое поражение деревьев с явно выраженным патологическим ослаблением и усыханием деревьев, сопровождающимся ветровалом. В соответствии с «Рекомендациями по защите хвойных пород от корневой губки в лесах европейской части России» [9, с. 12] под очагом корневой губки понимается весь таксационный выдел, в котором обнаружены пораженные деревья в количестве, достаточном для отнесения его к одной из степеней пораженности болезнью: слабая, средняя, сильная. Очаг усыхания – это площадь, занятая группой (куртиной) ослабленных, усыхающих и усохших деревьев а также площадь прогалины, возникшей вследствие ветровала и вырубки пораженных деревьев.

Наиболее типичный очаговый характер болезни характерен для сосны, так как усыхание её наступает быстрее, чем у других пород. Появление очагов усыхания начинается обычно с первых рубок ухода, когда свежие пни служат кормовой базой паразита, а затем источником инфекции. По этой причине особенно сильно способствуют поражению корневой губкой древостои, часто подвергающиеся малоинтенсивным рубкам.

Цель исследования – изучение характера влияния основных эколого-лесоводственных факторов (лесорастительных условий,

лесоводственной полноты, бонитета, возраста, степени развития очагов усыхания) на распространение очагов усыхания сосны от корневой губки.

Материалы и методы исследования

Материалами для исследования послужили сосновые древостои Ульяновской области, в которых обнаружены очаги корневой губки. Фитопатологическое обследование сосновых насаждений на предмет выявления очагов корневой губки и очагов усыхания проводилось в полевой период наземным способом по маршрутным ходам в соответствии с «Рекомендациями по защите хвойных пород от корневой губки в лесах европейской части России» и «Руководством по планированию, организации и ведению лесопатологических обследований» [9, с. 12; 10, с. 15]. Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с использованием прикладной программы Excel 2010.

Результаты исследования и их обсуждение

В Ульяновской области очаги корневой губки в сосновых лесах занимают площадь 3422 га, или 1,0% от общей площади сосновых насаждений. Очаги усыхания сосны от корневой губки занимают 830 га, или 24,3% от общей площади очагов корневой губки. В табл. 1 представлены данные по результатам учета очагов корневой губки и очагов усыхания сосны в основных типах сосняков.

Тип сосняков определяется по преобладающим в живом напочвенном покрове растениям, например в СНЯС в покрове преобладают сныть и ясменник, Л – лишайники из рода кладония и т.д.

Анализ данных табл. 1 показывает, что наибольшая площадь очагов корневой губки и очагов усыхания сосны приходится на сосняки с наилучшими лесорастительными условиями: ОРЛ, СНЯС, КРТ и МТР. Для этих типов леса характерны наиболее благоприятные для произрастания сосны типы лесных почв – слабоподзолистые супесчаные и серые лесные легкосупесчаные или слабосуглинистые с достаточным увлажнением корнеобитаемого слоя. В этих типах леса сосредоточено 74,1% общей площади очагов корневой губки и 73,6% площади очагов усыхания сосны. Необходимо также отметить, что в сосняках лишайниковых с наихудшими показателями плодородия (почва среднеподзолистая

песчаная) и влажности почвы наблюдается сравнительно низкая зараженность сосняков корневой губкой. Площадь очагов корневой губки составляет всего 1,2%, а очагов усыхания сосны – 0,4% от общей площади очагов.

Изучено влияние эколого-лесоводственных факторов на распределение очагов усыхания сосны от корневой губки в различных типах леса. С этой целью был проведен двухфакторный дисперсионный анализ полученных результатов с использованием прикладной программы Excel 2010.

Важным эколого-лесоводственным фактором, влияющим на формирование и функционирование лесного фитоценоза, является полнота древостоя, регулирующая тепловую, влажностный и световой режимы в лесу. Поэтому представляет практический интерес выявление влияния лесоводственной полноты на распространение очагов усыхания сосны, пораженной корневой губкой, в различных типах леса (табл. 2).

Полученные результаты дают основание говорить о том, что по мере повышения лесоводственной полноты древостоев во всех обследованных типах сосняков увеличивается площадь усыхания деревьев, что подтверждается результатами дисперсионного анализа ($F_{\text{прак.}} = 19,6 > F_{\text{теор.}} = 2,7$). Например, если при полноте 0,4 в среднем по всем типам сосняков площадь очагов усыхания составляла 5,9%, то при полноте 0,8 она увеличилась до 34,2% от общей площади очагов, т.е. увеличение почти в 6 раз. Увеличение полноты древостоя приводит к снижению солнечной инсоляции, к повышению режима влажности почвы и атмосферы, что способствует созданию более благоприятных условий для развития корневой губки и увеличению площади очагов усыхания сосны. Кроме того, установлено, что в древостоях всех изученных полнот достоверно увеличивается площадь очагов усыхания по мере улучшения лесорастительных условий ($F_{\text{прак.}} = 10,7 > F_{\text{теор.}} = 2,4$).

Таблица 1

Распределение очагов корневой губки и очагов усыхания по типам леса

№ п/п	Тип леса	Площадь			
		Очаги корневой губки		Очаги усыхания	
		га	%	га	%
1	Сосняк ОРЛ	765	22,4	204	26,6
2	Сосняк СНЯС	674	19,7	158	23,3
3	Сосняк КРТ	564	16,5	137	24,3
4	Сосняк МТР	533	15,6	112	21,0
5	Сосняк ЗЛРК	349	10,3	87	24,8
6	Сосняк Ч	253	7,4	62	24,5
7	Сосняк БРЗМ	241	7,1	58	24,1
8	Сосняк Л	43	1,0	12	27,8
	Итого	3422	100	830	24,3

Примечание. Сосняки: ОРЛ – орляковый, СНЯС – снытьево-ясенниковый, КРТ – крупнотравный, МТР – мелкотравный, ЗЛРК – злаково-ракетниковый, Ч – черничный, БРЗМ – бруснично-зеленомошниковый, Л – лишайниковый.

Таблица 2

Распределение очагов усыхания сосны от корневой губки по полнотам

Тип сосняков	Площадь по полнотам											
	0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		Всего	
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
ОРЛ	11	5,4	19	9,3	46	22,6	61	29,9	67	32,8	204	100
СНЯС	9	5,7	16	10,1	21	13,3	57	36,1	55	34,7	158	100
КРТ	8	5,8	12	8,8	35	25,5	39	28,5	43	31,4	137	100
МТР	7	6,2	11	9,8	24	21,5	32	28,6	38	33,9	112	100
ЗЛРК	6	6,9	8	9,3	11	12,6	27	31,0	35	40,2	87	100
Ч	4	6,5	6	9,6	10	16,1	22	35,5	20	32,3	62	100
БРЗМ	3	5,2	4	6,9	8	13,8	21	36,2	22	37,9	58	100
Л	1	8,3	2	16,6	2	16,7	3	25,0	4	33,4	12	100
Итого	49	5,9	78	9,4	157	18,9	262	31,6	284	34,2	830	100

Продуктивность древостоев является одним из существенных эколого-лесоводственных характеристик лесного фитоценоза, зависящим от таких экологических факторов, как плодородие и влажность почвы [11, с. 92–95]. Поэтому очень важно выявить зависимость площади распространения очагов усыхания сосны, пораженной корневой губкой, от продуктивности древостоев (табл. 3).

Анализ данных табл. 3 показывает, что наибольшая площадь очагов усыхания сосны приходится на высокопродуктивные древостои I и II классов бонитета (62,3%), в древостоях IV и V классов бонитета площадь очагов усыхания составляет всего 14,4% от общей площади. Дисперсионный анализ подтверждает достоверность увеличения площади очагов усыхания по мере повышения продуктивности древостоев ($F_{\text{прак.}} = 18,8 > F_{\text{теор.}} = 2,7$). В древостоях всех бонитетов достоверно увеличивается площадь очагов усыхания по мере улучшения лесорастительных условий ($F_{\text{прак.}} = 10,9 > F_{\text{теор.}} = 2,3$). Следовательно, более благоприятные почвенно-грунтовые условия способствуют не только повышению продуктивности древостоев, но и увеличению площади очагов усыхания.

Одной из важных морфологических характеристик лесного фитоценоза является возраст древостоев. Изучено влияние возрастных ступеней развития сосновых древостоев (классов возраста) на распределение площади очагов усыхания от корневой губки в различных типах леса (табл. 4).

Анализируя полученные результаты, можно констатировать, что возрастные этапы развития древостоев оказывают влияние на распространение корневой

губки. Наибольшая площадь очагов усыхания древостоев от корневой губки приходится на молодняки I–II классов и средневозрастные древостои III класса возраста, что в сумме составляет 84,2% от общей площади очагов. Причем наиболее сильное увеличение площади усыхания древостоев характерно для высокопродуктивных местообитаний сосны – сосняков ОРЛ, СНЯС и КРТ. В сосняках ОРЛ площадь очагов усыхания в первых трех классах возраста составляет 85,2%, в сосняках СНЯС – 86,7%, в сосняках КРТ – 86,9%. Уменьшение площади очагов усыхания по мере увеличения возраста древостоев достоверно подтверждается результатами дисперсионного анализа ($F_{\text{прак.}} = 14,4 > F_{\text{теор.}} = 2,7$). Для древостоев всех классов возраста отмечено достоверное уменьшение площади очагов усыхания по мере ухудшения лесорастительных условий ($F_{\text{прак.}} = 9,2 > F_{\text{теор.}} = 2,4$). Следовательно, поражая наиболее жизнеспособную и быстро развивающуюся часть популяции сосны, корневая губка вызывает не только гибель и распад части древостоя, но и приводит к снижению устойчивости лесной экосистемы в целом.

С практической точки зрения важно выявить характер распределения площади усыхания сосны в зависимости от степени развития очагов: формирующиеся, возникающие, действующие, затухающие и затухшие. Это важно не только для понимания существующего санитарного состояния сосновых древостоев, но и для прогнозирования лесопатологической ситуации на будущее, поскольку от характера развития патологического процесса в очагах корневой губки будет зависеть судьба популяции сосны в патологически нарушенных лесных экосистемах.

Таблица 3
Распределение очагов усыхания сосны от корневой губки по классам бонитета

Тип сосняков	Площадь по классам бонитета											
	I		II		III		IV		V		Всего	
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
ОРЛ	68	33,3	57	27,9	49	24,0	21	10,3	9	4,5	204	100
СНЯС	48	30,4	57	36,1	32	20,2	16	10,1	5	3,2	158	100
КРТ	42	30,7	38	27,7	37	27,0	14	10,2	6	4,4	137	100
МТР	34	30,3	36	32,2	28	25,0	9	8,1	5	4,4	112	100
ЗЛРК	28	32,2	31	35,6	16	18,4	8	9,2	4	4,6	87	100
Ч	19	30,6	20	32,3	14	22,6	6	9,7	3	4,8	62	100
БРЗМ	18	31,0	16	27,6	14	24,1	7	12,1	3	5,2	58	100
Л	4	33,3	3	25,0	2	16,7	2	16,7	1	8,3	12	100
Итого	261	31,2	258	31,1	192	23,3	83	10,0	36	4,4	830	100

Таблица 4

Распределение очагов усыхания сосны от корневой губки по классам возраста

Тип сосняков	Площадь по классам возраста											
	I		II		III		IV		V		Всего	
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
ОРЛ	52	25,5	50	24,2	73	35,9	20	9,7	9	4,2	204	100
СНЯС	40	25,4	40	25,4	55	34,7	18	11,4	5	3,1	158	100
КРТ	37	27,0	33	24,1	49	35,8	14	10,2	4	2,9	137	100
МТР	30	26,8	27	24,1	38	33,9	15	13,4	2	1,8	112	100
ЗЛРК	22	25,3	28	32,2	21	24,1	13	14,9	3	3,5	87	100
Ч	17	27,4	19	30,6	15	24,2	9	14,4	2	3,2	62	100
БРЗМ	15	25,9	16	27,6	14	24,1	11	18,9	2	3,5	58	100
Л	3	25,0	3	25,0	2	16,7	2	16,7	2	16,6	12	100
Итого	216	26,0	216	26,0	267	32,2	102	12,3	29	3,5	830	100

Таблица 5

Распределение очагов усыхания по степени их развития

Тип сосняков	Площадь очагов усыхания											
	O _в		O _ф		O _д		O _з		O _т		Всего	
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
ОРЛ	2	1,0	21	10,3	58	28,4	69	33,8	54	26,5	204	100
СНЯС	2	1,3	20	12,7	46	29,1	49	31,0	41	25,9	158	100
КРТ	1	0,7	19	13,9	30	21,9	49	35,8	38	27,7	137	100
МТР	1	0,9	16	14,3	31	27,7	31	27,7	33	29,4	112	100
ЗЛРК	1	1,2	13	14,9	26	29,9	29	33,3	18	20,7	87	100
Ч	0	0	12	19,4	17	27,4	18	29,0	15	24,2	62	100
БРЗМ	0	0	8	13,8	18	31,0	22	37,9	10	17,3	58	100
Л	0	0	1	8,3	3	25,0	6	50,0	2	16,7	12	100
Итого	7	0,8	110	13,3	229	27,6	273	32,9	211	25,4	830	100

Примечание: O_в – очаг возникающий, O_ф – очаг формирующийся, O_д – очаг действующий, O_з – очаг затухающий, O_т – очаг затухший.

В табл. 5 представлены данные по распределению площади очагов усыхания в зависимости от степени их развития в различных лесорастительных условиях.

Данные табл. 5 указывают на то, что наибольшая площадь очагов усыхания сосны сосредоточена в действующих, затухающих и затухших очагах – 85,9%. Причем это характерно для всех исследованных типов леса. Незначительная площадь возникающих и формирующихся очагов усыхания (14,1%) говорит о том, что в обследованных популяциях сосны обыкновенной зараженность деревьев корневой губкой идет на спад. По нашему мнению, это связано с тем, что в лесном фонде за последние 30 лет резко сократилась площадь искусственно созданных лесных насаждений – лесных культур. По данным большинства специалистов по корневой губке, этот возбудитель болезни в наибольшей степени поражает сосновые насаждения, созданные искусственным путем, т.е. посадкой.

Таким образом, можно констатировать, что эколого-лесоводственные факторы оказывают влияние как на распространение очагов корневой губки, так и на распределение очагов усыхания сосны от этого возбудителя болезни.

Список литературы / References

1. Арефьев Ю.Ф. Энтропия как мера биоразнообразия в лесных экосистемах // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2013. № 5. С. 341–344.
2. Arefev Yu.F. Entropy as a measure of biodiversity in forest ecosystems // Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. 2013. № 5. P. 341–344 (in Russian).
3. Арефьев Ю.А., Мамедов М.М. Прогноз и контроль патогенеза в лесных экосистемах // ИВУЗ Лесной журнал. 2017. № 3. С. 61–69. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.3.61.
4. Arefev Yu.A., Mamedov M.M. Prediction and Control of Pathogenesis in Forest Ecosystems // IVUZ. Lesnoy Zhurnal. 2017. № 3. P. 61–69 (in Russian).
5. Татаринцев А.И. Эколого-фитопатологические особенности антропогенно нарушенных дендроценозов Средней Сибири: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Иркутск, 2018. 38 с.
6. Tatarintsev A.I. Ecological and phytopathological features of anthropogenically disturbed dendrocenoses of Central

Siberia: avtoref. diss. ... doc. biol. nauk. Irkutsk, 2018. 38 p. (in Russian).

4. Волченкова Г.А. Биоэкологические особенности развития фитопатогенного базидиомицета *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. и обоснование контроля пестрой ситовой гнили корней сосны: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минск, 2017. 24 с.

Volchenkova G.A. Bioecological features of the development of phytopathogenic basidiomycete *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. and substantiation of the control of mottled screen rot of pine roots: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Minsk, 2017. 24 p. (in Russian).

5. Павлов И.Н. Значение корневых патогенов в процессах массового усыхания хвойных лесов Сибири и Дальнего Востока // Проблемы лесной фитопатологии и микологии. Материалы IX международной конференции Минск – Москва – Петрозаводск, 2015. С. 159–163.

Pavlov I.N. Significance of root pathogens in the processes of mass drying of coniferous forests of Siberia and the Far East // Problems of forest Phytopathology and Mycology. Materials of the IX international conference Minsk – Moscow – Petrozavodsk, 2015. P. 159–163 (in Russian).

6. Стороженко В.Г. Устойчивость лесов. Теория и практика биогеоценотических исследований. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. 172 с.

Storozhenko V.G. Sustainable forests. Theory and practice of biogeocenotic research. M.: Tovarithchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2018. 172 p. (in Russian).

7. Стороженко В.Г. Микоценоз и микоценология. М.: Гриф и К, 2011. 180 с.

Storozhenko V.G. Milanos and milanovia. M.: Grif and K, 2011. 180 p. (in Russian).

8. Негруцкий С.Ф. Корневая губка. М.: Агропромиздат, 1986. 196 с.

Negrutskii S.F. Root a sponge. M.: Agropromizdat, 1986. 196 p. (in Russian).

9. Рекомендации по защите хвойных пород от корневой губки в лесах европейской части России. Пушкино: ВНИИЛМ, 2001. 12 с.

Recommendations for protecting coniferous species from root sponges in the forests of the European part of Russia. Pushkino: VNIILM, 2001. 12 p. (in Russian).

10. Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологических обследований. М.: ВНИИЛМ, 2008. 15 с.

Guidelines for planning, organizing and conducting forest pathology surveys. M.: VNIILM, 2008. 15 p. (in Russian).

11. Чураков Б.П., Битяев С.Г. Дифференциация и продуктивность древостоев в очагах усыхания сосны от корневой губки // Материалы XX международной научно-практической конференции «Fundamental and applied sciences today XX». North Chaleston, USA, 2019. С. 92–95.

Churakov B.P., Bityaev S.G. Differentiation and productivity of stands in the centers of pine drying from the root sponge // Proceedings of the XX international scientific and practical conference «Fundamental and applied sciences today XX». North Chaleston, USA, 2019. P. 92–95 (in Russian).