

**ECONOMICAL LOSSES CAUSED BY *PHYTOPHTHORA ALNI* IN RIPARIAN STANDS.
TYPOLOGICAL STUDY OF VLTAVA RIVER BASIN (CZECH REPUBLIC)
Karel Černý¹, Veronika Strnadová¹, Liliya Fedusiv¹, Šárka Gabrielová¹, Zuzana Haňáčková¹,
Ludmila Havrdová¹, Markéta Hejná¹, Marcela Mrázková¹, Kateřina Novotná¹, Vítězslava
Pešková², Petra Štochlová¹, Dušan Romportl¹**

¹Dept. of Biological Risks, Silva Tarouca Research Institution for Landscape and Ornamental Gardening, Pruhonicе, ²Forest Protection Service, Forestry and Game Management Institute, Strnady, Czech Republic, strnadova@vukoz.cz

In recent years *Phytophthora alni* (PA) causes heavy losses in European alder riparian stands, however information on their economical expression is still missing. The Vltava River basin serving as a model area was divided by rectangular grid (2.5 × 2.5 km) and the quadrates were clustered into 6 groups according to their environmental similarity. Detection of PA distribution and evaluation of losses were carried out in ca 250 quadrates in 2013 and 2014. The economical losses in alder stands were computed according to applicable regulations evaluating the price of trees (1) and the cost of management of affected alder stands (2). The pathogen was identified in 68% of squares and avg. losses exceeded 1600 €/100 m of affected riparian stand. The most affected landscape types were flat landscapes in middle altitudes and pond basins, whereas mountain landscapes and vice versa dry and warm landscapes with low frequency of alder plantations were the least affected ones.

- (1) Decree of Ministry of Finance of the Czech Rep. No. 3/08 Coll. as amended by 456/2008 of Coll.;
(2) Anonymous (2014): Catalogue of descriptions and guide prices of construction works, URS, Prague;

**ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АНТРОПОГЕННО
ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ СОСНЯКОВ В КРАСНОЯРСКОМ ПРИАНГАРЬЕ
Татаринцев А.И.**

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет», lespat@mail.ru

**PHYTOPATHOLOGICAL STATE OF ANTHROPOGENIC
TRANSFORMED PINE FORESTS IN KRASNOYARSK ANGARA REGION
Tatarintsev A.I.**

Phytopathologic state of pine forests in Krasnoyarsk Angara Region disturbed by long forest industry development, forest fires and recreation was studied. Complex of dominant diseases on pine was established. Ecological and coenotic characteristics of pine injury by resin cancer and stem rotting as well as dependence of disease prevalence on forestry and forest inventory parameters of stands were investigated. A significant influence of anthropogenic factors on the development of pathological processes in the pine forests was detected.

На территории Красноярского края, охватывающей значительную часть Средней Сибири, сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) относится к числу главных лесообразующих пород. Формируемые ею насаждения занимают площадь 13,5 млн. га, уступая только лиственнице и березе (Государственный доклад, 2014). Сосняки произрастают в центральной и южной частях региона. Наиболее продуктивные насаждения расположены в бассейне р. Ангары, где в соответствии с лесорастительным районированием (Коротков, 1994) относятся к зоне южно-таежных и подтаежных светлохвойных лесов Приангарского округа Ангаро-Тунгусской лесорастительной провинции к зоне лесостепей Канско-Красноярско-Бирюсинской лесорастительной провинции.

За предшествующий полувековой период лесной покров Приангарья претерпел значительную трансформацию в результате рубок, лесных пожаров, связанных с деятельностью человека (Онучин и др., 2014). Сосновые леса по нарушенности занимают первое место (более 40% площади). Однако, не смотря на последствия активной лесозаготовки, сосняки в рассматриваемой части региона преобладают, занимая 38% лесопокрытой площади (по данным из лесных регламентов приангарских лесничеств). Территория Красноярского Приангарья отнесе-

на к зоне сильной лесопатологической угрозы, в пределах которой основным ослабляющим фактором для светлохвойных насаждений указываются ежегодные лесные пожары (Государственный доклад, 2014). Болезням в ухудшении санитарного состояния лесов отводится незначительная роль, тем не менее, ресурсный и восстановительный потенциал приангарских лесов во многом зависит от деятельности дендропатогенных организмов.

В целях оценки фитопатологического состояния сосняков антропогенно нарушенных лесах южной части Красноярского Приангарья были проведены маршрутные и детальные исследования с использованием общепринятых методик (Мозолевская, Катаев, Соколова, 1984; Руководство, 2007).

В числе патогенных консортов, выявленных на сосне, доминируют грибы (таблица 1), в соответствии с уровнем паразитизма и специализации поражающие деревья (органы, ткани) определенного возраста и состояния. На подросте, в молодняках главным образом представлены болезни филлосферы (шютте, ценангиоз, ржавчина), среди которых наиболее губительным для растений в отдельные годы, особенно на вырубках, оказывается снежное шютте. Существенным фактором ослабления и летализации для предварительного и последующего возобновления выступает биаторелловый рак; на обширных вырубках очаги рака на сосновом подросте сопряжены с активным повреждением растений большим сосновым долгоносиком. Достаточно полные сведения об эколого-ценотических особенностях развития этого заболевания в условиях Приангарья, полученные на основе многолетних исследований, приводятся в работе И.Е. Сафроновой (2013).

Таблица 1. Инфекционные болезни на сосне

Болезнь (возбудитель)	Объекты поражения
Обыкновенное шютте (<i>Lophodermium pinastri</i> [Schrad.]Chevall.; <i>L. seditiosum</i> Minter, Staley & Millar)	самосев, подрост, молодняки
Снежное шютте (<i>Gremmenia infestans</i> [P. Karst.] Crous (= <i>Phacidium infestans</i> P. Karst.))	подрост (особенно на вырубках)
Серое шютте (<i>Lophodermella sulcigena</i> [Link] Höhn.)	подрост, молодняки
Ценангиевый некроз (<i>Cenangium ferruginosum</i> Fr.)	подрост
Ржавчина хвои (<i>Coleosporium</i> sp.)	подрост, молодняки
Биаторелловый рак (<i>Sarea difformis</i> [Fr.] Fr. (= <i>Biatorella difformis</i> [Fr.] Vain.))	подрост, редко взрослые деревья
Смоляной рак (<i>Cronartium flaccidum</i> [Alb.&Schwein.] G. Winter; <i>C. pini</i> [Willd.] Jørst. (= <i>Peridermium pini</i> [Willd.] Lév.))	взрослые деревья
Бугорчатый бактериальный рак (<i>Pseudomonas pini</i> Vuil.)	то же
Стволовая гниль (<i>Porodaedalea pini</i> [Brot.]Murrill (= <i>Phellinus pini</i> [Brot.] Bondartsev & Singer))	взрослые деревья, особенно перестойные
Корневая, комлевая бурая гниль (<i>Phaeolus schweinitzii</i> [Fr.] Pat.)	перестойные деревья
Корневая пестрая гниль (<i>Heterobasidion annosum</i> [Fr.]Bref.)	молодняки, взрослые деревья

Названия видовых таксонов грибов приведены в соответствии с публикацией СABI «IndexFungorum» (<http://www.speciesfungorum.org>)

Взрослые сосновые древостои в своем развитии взаимосвязаны с комплексом патогенных организмов, среди которых основную роль играют виды, осваивающие древесную фитомассу и инициирующие развитие некрозно-раковых и гнилевых болезней. В сосняках Красноярского Приангарья наибольшее ценотическое и хозяйственное значение имеют смоляной рак (серянка) и стволовая гниль, которые становятся причиной ослабления деревьев, накопления патологического отпада в виде сухостоя и гнилевого ветролома и даже расстройств древостоев. В эксплуатационных насаждениях приводят к снижению выхода деловых сортиментов. Детальное обследование, выполненное в сосняках преобладающих групп типов леса (на 72 пробных площадях), показало за малым исключением повсеместное распространение в них рака-серянки и стволовой гнили.

Масштабы пораженности насаждений сосны данными болезнями неравнозначны (таблица 2): от присутствия единичных больных деревьев до очагового поражения (более 10%), последнее наиболее характерно для стволовой гнили. Значительное варьирование распространенности болезней обусловлено неоднородностью условий произрастания, лесоводственно-

таксационных параметров насаждений в пределах достаточно обширной лесной территории, влиянием иных, нередко трудно учитываемых, факторов на развитие патологических процессов. При этом для рака-серянки определяющими являются факторы, прямо или косвенно влияющие на возбудителей болезни – облигатных паразитов в лице ржавчинных грибов р. *Cronartium*: возможность их присутствия в фитоценозе, активность споруляции, накопления инфекции и заражения деревьев. Тогда как для развития стволовой гнили решающее значение имеет состояние растения-хозяина (соотношение биомассы ядровой и заболонной древесины, строение древесины, доля ее поздней составляющей), наличие путей проникновения инфекции в ядровую часть ствола (сучковые раны и отмирающие сучья, глубокие поранения стволов).

Таблица 2. Пораженность сосняков смоляным раком и стволовой гнилью (числитель – среднее значение; знаменатель – крайние варианты)

Группа типов леса	Распространенность болезни, %	
	смоляного рака	стволовой гнили
Лишайниковая	$\frac{11,4 \pm 2,0}{1,9 - 28,2}$	$\frac{31,4 \pm 2,9}{0,4 - 51,4}$
Зеленомошная	$\frac{4,2 \pm 0,6}{0,4 - 12,7}$	$\frac{37,1 \pm 3,7}{1,9 - 70,0}$
Осочково-разнотравная	$\frac{4,8 \pm 0,8}{0 - 16,5}$	$\frac{46,7 \pm 4,4}{3,7 - 75,0}$
По всему массиву	$\frac{5,9 \pm 0,7}{0 - 28,2}$	$\frac{38,4 \pm 2,1}{0,4 - 75,0}$

Стволовая гниль наиболее распространена в сосняках осочково-разнотравной группы типов леса (таблица 2), произраст

губкой (*P. pini*) обусловлена крупнослойной и рыхлой древесиной, характеризующейся пониженным содержанием смолистых веществ, предохраняющих ее от биоразрушения. Смоляным раком значительней поражаются низкобонитетные сосняки лишайниковой группы, в которых более вероятно очаговое проявление болезни, в меньшей степени поражаются насаждения зеленомошной и осочково-разнотравной групп типов леса. Отмечается снижение пораженности насаждений серянкой по мере повышения плодородия и особенно степени увлажнения почв. В сосновых насаждениях на сухих, малогумусированных почвах с бедным живым напочвенным покровом возбудителем смоляного рака является одноклеточный гриб *S. pini*, осуществляющий заражение эциоспорами непосредственно от дерева к дереву, что обеспечивает относительно быстрое распространение инфекции и нередко групповое поражение деревьев.

Распространенность рака и гнили возрастает с повышением доли участия сосны в составе и взрослением древостоя, что связано с накоплением инфекции и хроническим развитием болезней. Для стволовой гнили возрастной фактор является основным, пораженность гнилью максимальных значений достигает в перестойных насаждениях. В связи с этим приангарские сосняки, к настоящему времени на 60 % представленные спелыми и перестойными древостоями, имеют сомнительное качественное состояние. Доля пораженных раком-серянкой деревьев выше в малополнотных сосняках, что определяется тепло- и светолюбием ее возбудителей.

Достоверность ($p < 0,05$) выявленных закономерностей подтверждена результатами дисперсионного и корреляционного анализа данных. На основе множественного регрессионного анализа (по методу пошагового отбора факторов) получены математические модели, отражающие зависимость распространенности болезней от наиболее значимых лесоводственно-таксационных параметров биогеоценозов:

– для смоляного рака: $P = -0,957УП + 0,069А$ ($R = 0,832$; $F = 71$ ($p < 0,05$));

– для стволовой гнили: $P = -32,422 + 0,912А - 27,842Р1 - 2,226 \cdot 10^{-3}А^2 - 2,735 \cdot 10^{-2}АВ + 1,562DР1$, ($R = 0,856$; $F = 41$ ($p < 0,05$)), где УП – увлажнение почв (сухая-1; свежая-2; влажная-3); А – возраст древостоя, лет; D – диаметр древостоя, см; Р1 – полнота; В – класс бонитета; R – множественный коэффициент корреляции; F – критерий Фишера.

Многолетняя лесопромышленная эксплуатация приангарских лесов привела к накоплению площадей сосняков, примыкающих к крупным вырубкам, расстроенных низкополнотных

насаждений, разрозненных недорубов. По известным причинам это обуславливает повышение распространенности смоляного рака и общее ухудшение санитарного состояния сосновых насаждений. Кроме того, до 2000-х годов значительные площади сосняков до назначения в рубку вводились в подсочку. Для сосновых лесов региона, относящихся по условиям подсочки к Северному поясу, определен 10-летний срок подсочки. На основе проведенных исследований установлено достоверное влияние длительной подсочки на повышение пораженности сосняков стволовой гнилью вследствие ослабления устойчивости деревьев к воздействию сосновой губки, появления трещин на старых каррах, служащих дополнительными «воротами» для проникновения грибной инфекции. С увеличением объемной нагрузки подсочки на дерево (объема изымаемой физиологически активной заболонной древесины, отнесенной к ширине заболони) закономерно возрастает относительный диаметр гнили в стволе. В сосняках, остающихся в течение ряда лет на корню после вывода из подсочки, отмечается резкое ухудшение санитарного и качественного состояния, в том числе связанное с массовым поражением деревьев стволовой гнилью.

В южной части Красноярского Приангарья весомым антропогенным фактором, влияющим на состояние значительных площадей лесных насаждений, выступает рекреационное лесопользование. Высокие рекреационные нагрузки приводят к дигрессии насаждений, создают условия для подъема численности популяций ряда видов насекомых-дендрофагов и фитопатогенных организмов. Обследование, проведенное в перестойных сосняках рекреационной зоны оз. Маслеево (Дзержинское лесничество), показало закономерное возрастание распространенности смоляного рака и стволовой гнили по мере повышения рекреационного воздействия. Объясняется это соответственно оптимизацией условий для развития и распространения возбудителей рака в разреженных, опушечных сосняках критических стадий дигрессии, активным раневым заражением базидиоспорами сосновой губки травмированных стволов деревьев. Дополнительным фактором повышения пораженности изучаемых сосняков стволовой гнилью являются низовые пожары, особенно в случае появления у многочисленных деревьев глубоких подгаров.

Деятельность корневых патогенов в условиях Приангарья не выступает значительным лимитирующим фактором для сосняков в отличие от ситуации в насаждениях южной части региона (Павлов и др., 2009). Корневая губка (*H. annosum*) элиминирует отдельные ослабленные деревья в основном в молодняках и средневозрастных древостоях; *Ph. schweinitzii* (трутовик Швейница) – один из признаков возрастной деструкции и отпада деревьев в перестойных сосняках.

Настоящее фитопатологическое состояние сосновых насаждений в Красноярском Приангарье адекватно их возрасту и степени антропогенной нарушенности. Дальнейшие исследования должны быть нацелены на изучение патогенной биоты, влияющей на лесовозобновительный процесс.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2013 год». Красноярск, 2014. 347 с.
2. Коротков И.А. Лесорастительное районирование России и республик бывшего СССР // Углерод в экосистемах лесов и болот России. Красноярск, 1994. С. 29–47.
3. Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С. Методы лесопатологических обследований очагов стволовых вредителей и болезней леса. М.: Лесная промышленность, 1984. 152 с.
4. Онучин А.А., Буренина Т.А., Зирюкина Н.В., Фарбер С.К. Лесогидрологические последствия рубок в условиях Средней Сибири // Сибирский лесной журнал. 2014. № 1. С. 110–118.
5. Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологических обследований: Приложение 3 к приказу Рослесхоза от 29.12.2007 №523.74 с.
6. Сафронова И.Е. Эколого-ценотические особенности развития биатореллового рака сосны в Красноярском Приангарье: Автореф. дис. к.б.н. Красноярск, 2013. 22с.
7. Павлов И.Н., Губарев П.В., Барабанова О.А. и др. Влияние лесорастительных условий на устойчивость сосняков Минусинской впадины к корневым патогенам // Хвойные бореальной зоны. 2009. Т. XXVI, 1. С. 48–57.