

УДК 632.4+ 630.228.7:630.232.32

ЗАБОЛЕВАНИЯ *PINUS SYLVESTRIS* L. И *PINUS SIBIRICA* DU TOUR В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ И ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ И ХАКАСИИ

И.Д. Гродницкая, Г.В. Кузнецова

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН
660036 Красноярск, Академгородок, 50/28; e-mail: igrod@ksc.krasn.ru

В географических культурах кедра сибирского и корейского (*Pinus sibirica* Du Tour и *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) у разных климатипов выявлено заболевание серое шютте сосны, возбудителем которого является гриб *Hypodermella sulcigena* Tubeuf. Наилучшая сохранность и устойчивость к серому шютте отмечена у интродуцентов кедра корейского – 59 %, наименьшая – у сибирского (кемеровский климатип) – 2 %. В лесных питомниках Красноярского края и Хакасии обнаружены инфекционные болезни сеянцев хвойных, вызываемые фитопатогенными микромицетами. Грибы рода *Fusarium* играют ведущую роль в полегании всходов и поражении корневой системы и стволиков молодых сеянцев. Поражение ассимиляционного аппарата сеянцев вызывают грибы *Alternaria* и *Cladosporium*. Основными заболеваниями 2-3-летних сеянцев в лесных питомниках являются шютте сосны и кедра (вызываемое комплексом грибов *Lophodermium pinastri* Chev.), а также, поражение хвои сосны - возбудитель *Cyclaneusma minus* (Butin) Di Cosmo, Peredo & Minter.

Ключевые слова: географические культуры, климатипы, кедр сибирский, кедр корейский, лесные питомники, инфекционные болезни, сеянцы хвойных, фитопатогенные грибы, почвенные микромицеты

The diseases of grey pine-leaf cast (causing agent - *Hypodermella sulcigena* Tubeuf.) were found in the provenance trial of the different climatypes of *Pinus sibirica* Du Tour and *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.. The introduced species of *Pinus koraiensis* demonstrated the best safety and stability to gray pine-leaf cast (59%) while those of *Pinus sibirica* (Kemerovo climatype) - the lowest safety and stability to this disease (2 %). Infectious diseases of conifer seedlings caused by phytopathogenic micromycetes were revealed in forest nurseries of Krasnoyarsk region and Khakasia. Fungi from *Fusarium* genus play a key role in the lodging of seedlings and damage roots and trunks of young seedlings. The diseases of conifer seedling assimilation apparatus caused by fungi *Alternaria* and *Cladosporium*. Pine-leaf cast (causing by *Lophodermium pinastri* complex) as well as shrinkage of pine seedling needles being caused by *Cyclaneusma minus* are main diseases of 2-3-year-old seedlings in forest nurseries.

Key words: provenance trial, climatype, *Pinus sibirica*, *Pinus koraiensis*, phytopathogen, forest nurseries, infectious diseases, conifer seedlings, plant pathogenic fungi, soil-microscopic fungi

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время для лесного хозяйства ранняя диагностика болезней и мониторинг состояния почвы, ризосферы и филлосферы хвойных в искусственных фитоценозах (лесопитомниках, географических культурах) приобретает огромную практическую значимость. Инфекционные заболевания хвойных в лесных экосистемах Сибири, вызываемые фитопатогенными микроорганизмами, имеют важное диагностическое значение не только с точки зрения их этиологии, но и для предупреждения широкого распространения инфекций и эффективной борьбы с ними на ранних стадиях. Большинство популяций фитопатогенов, проявляющих паразитические свойства, имеет широкую специализацию в отношении видов хвойных. Существенная роль в патогенезе растений отводится фитопатогенным микромицетам.

Характерной особенностью лесных питомников является концентрация на единице площади большого количества (до 1,5-2 млн. шт/га) сеянцев

хвойных, которые на всех стадиях развития - от проростков до 2-3-летнего возраста отличаются низкой устойчивостью к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, в том числе к инфекционным заболеваниям.

Болезни растений являются естественным компонентом агроэкосистем, а степень их развития и вредоносность определяются воздействием трёх главных групп факторов, а именно: свойств патогена, особенностей восприимчивого растения и благоприятных условий окружающей среды. В основе разработки современных рациональных мер борьбы с болезнями растений лежит знание особенностей жизненного цикла фитопатогена с учётом всех трёх групп факторов.

В лесных питомниках Красноярского края обследовании производственных посевов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), показали, что инфекционное полегание сеянцев распространено достаточно широко: довсходовая гибель семян и проростков составляет в среднем 36 %, после всходовый отпад – 24 %.

Оценка устойчивости семенного материала к фитопатогенным нагрузкам является важной задачей для получения высококачественного посадочного материала и здорового устойчивого

генофонда, что в свою очередь, является показателем, характеризующим целесообразность выращивания этих древесных растений в данном регионе.

Одной из проблем искусственного выращивания географических культур и семян хвойных в питомниках является сохранение их в местах выращивания и выявление имеющихся на них инфекционных заболеваний на всех стадиях развития.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования были семена в лесных питомниках Красноярского края (Верх-Казанский, Таловский, Ермаковский) и Хакасии (Озерский) и взрослые деревья кедровых сосен в географических культурах на юге Красноярского края (Ермаковское лесничество).

Географические культуры были созданы в 1983 г. путём посадки 3-летних семян кедра сибирского и 6-летних - кедра корейского, выращенных на питомнике Ермаковского лесхоза. Посадка саженцев географических культур выполнялась вручную в борозды. Густота посадки из расчета 10 тыс. саженцев на 1 га с размещением 1,5 x 0,7 м, потомство каждого климатипа занимает один блок в 3 повторностях. Географические культуры представлены тремя климатипами кедра сибирского – таштагольским Кемеровской области, шегарским Томской области и местным ермаковским Красноярского края, а также - двумя климатипами кедра корейского - облученским Хабаровского края и чугуевским Приморского края.

В течение ряда лет проводили общий микробиологический и фитопатологический мониторинг почвы и семян хвойных разных возрастов (1–4-летних) в лесных питомниках Красноярского края (Верх-Казанский, Таловский, Ермаковский) и Хакасии (Озерский). Обследовались семена сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour). Для микробиологического и фитопатологического анализов отбирались больные и погибшие семена. В географических культурах для анализа с деревьев брались пораженные ветки и хвоя.

Исследование пораженных растений и выделение патогенов проводили методами влажной камеры и посева гомогенизированных пораженных органов на агаризированные питательные среды: суло-агар (СА), картофельный агар (КА), картофельно-декстрозный агар (КДА). Для поверхностной стерилизации растений использовали 2 % раствор $KMnO_4$, (объекты выдерживали в растворе в течение 2-3 минут и многократно промывали стерильной водой) (Основные методы..., 1974).

При диагностике заболеваний семян применяли стандартные фитопатологические методы (Кирай и др., 1974; Основные методы..., 1974).

Изучение численности, структуры и видового состава почвенных микромицетов проводили в свежих образцах почвы методом посева на плотные

питательные среды: Чапека, КДА и СА. Посев производили из почвенных суспензий $10^3 - 10^4$ разведений (0,1 мл) в трех повторностях. Засеянные чашки Петри помещали в термостат (27° С) на 3 – 7 суток.

Идентификацию почвенных микроскопических грибов проводили на основании изучения органов и типов спороношения, используя метод микрокультуры (Билай, Элланская, 1975). Виды грибов определяли по определителям (Милько, 1974; Кириленко, 1977).

В почвенных образцах исследовались также респирометрические микробиологические показатели по методу субстрат-индуцированного дыхания (СИД) на хроматографе Agilent Technologies 6890 N Network GC (USA): базальное дыхание (БД), микробная биомасса (БМ), микробный метаболический коэффициент (qCO_2) (Ананьева, 2003; Методы..., 1991; Anderson, Domsch, 1978).. Микробный метаболический коэффициент (qCO_2) рассчитывали как отношение скорости базального дыхания к микробной биомассе (Ананьева, 2003):

$$БД/С_{мик} = qCO_2 \text{ (мкг } CO_2\text{-C}^{-1}\text{ } С_{мик} \text{ ч}^{-1}\text{)}.$$

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведены многолетние исследования фенологии, роста и состояния географических культур кедровых сосен в Ермаковском лесничестве. При сравнительной оценке потомства четко проявляются и некоторые общие биологические и экологические свойства вида, учёт которых важен при интродукции и разработке мероприятий по повышению эффективности культур кедровых сосен. Исследования географических культур кедра сибирского, разных популяций (климатипов), позволили установить, что инфекционным заболеваниям в большей степени подвергается потомство таштагольского климатипа кедра сибирского, которое отличалось меньшими показателями роста еще в питомнике. После пересадки на лесокультурную площадь культуры таштагольского климатипа также сохраняли меньшие показатели роста и сохранности (табл. 1).

Ростовые показатели потомства таштагольского климатипа наследственно обусловлены, так как материнские деревья данного климатипа произрастают в горно-таежной зоне на высоте около 3000 м над уровнем моря и отличаются меньшим ростом. Потомство таких деревьев в новых условиях произрастания более ослаблено в первые годы роста и подвержено различным заболеваниям. В новых условиях произрастания темп роста климатипов обусловлен не только наследственными особенностями, но и адаптацией их к погодным условиям (Кузнецова, Череповский, 1998). После 20-летнего возраста средние показатели роста у климатипов кедра сибирского почти выровнялись, но сохранность вследствие раннего и последующего заражения грибковыми болезнями таштагольского климатипа оставалась пониженной (табл. 1).

Таблица 1 - Динамика роста и сохранности кедровых сосен, разных климатипов в Ермаковском лесхозе

Край, область, климатип	Высота (м)			Сохранность (%)		
	1990	1999	2006	1990	1999	2006
Кемеровская область, таштагольский Томская область, шегарский Красноярский край ермаковский	1,14±0.19	Кедр сибирский	7,5±0.31	75	69	56
		4,5±0.12	7,8±0.47	93	87	81
		5,3±0.10	7,4±0.47	91	89	86
Хабаровский край, облученский Приморский край, чугуевский	1,49±0.34	Кедр корейский	10,3±0.61	89	80	80
		5,6±0.11	10,0±0.75	92	89	88
		5,6±0.13				

Первым признаком заболевания потомства кемеровского климатипа было ежегодное пожелтение и усыхание хвои на отдельных деревьях данного происхождения (Кузнецова, 2010). Массовое поражение деревьев кемеровского климатипа было отмечено в 10-летнем возрасте, в первой повторности посадки. Поражение хвои было отмечено только в нижней части дерева до 1,5 м. На больных деревьях весной поражённая хвоя становится красновато-рыжей, позднее серой, осенью – пепельно-белесоватой, она крошится, но почти не опадает (рис.1). На поражённом дереве кончики побегов остаются еще живыми, закладываются почки, дерево продолжает жить. В последующие годы болезнь развивается на хвое всего дерева и переходит на здоровую хвою соседних деревьев, обуславливая куртинный характер болезни. В меньшей мере заболевание было отмечено у деревьев потомства кедра сибирского ермаковского и томского климатипов.

Установлено, что в условиях довольно влажного климата Ермаковского района заражение хвои и развитие болезни происходят весной во время таяния снега. На данном участке выращивания культур ежегодно образуется высокий (толщина более 50 см) снежный покров. Возбудителем усыхания хвои кемеровского климатипа кедра является плодосумчатый гриб-дискомицет *Hypodermella sulcigena* (Tubef.) порядка фацидиевых (= *Lophodermella sulcigena*), заболевание - серое шютте сосны. Известно, что патоген поражает разные виды сосны, чаще - сосну обыкновенную в возрасте 3-10, а иногда и до 30 лет. Возбудитель, в основном, поражает хвою сосны у дорог, на опушках, в лесных культурах и на самосеве. Погибшие растения выделяются куртинами рыжеватого цвета из-за отмершей хвои. Впоследствии на ней развиваются плодовые тела гриба (апотеции), хвоя становится серого цвета (рис. 1).

Заражение хвои сумкоспорами начинается в начале лета. Верхняя часть зараженных хвоинок вначале желтеет, резко отделяясь от здоровой части бурой полосой шириной до 2-3 мм. Со временем поражённая хвоя отмирает, становится пепельно-серой, и долгое время сохраняется на ветвях. В это же время на поражённой хвое формируются пикниды, имеющие вид мелких черных точек, а на

отмершей хвое появляются апотеции (конидиальная стадия гриба) - погруженные, черные, продолговатые и выпуклые (рис. 2).

**Рисунок 1** - Поражение хвои кедра сибирского таштагольского климатипа (возраст 26 лет)

Чаще всего болезнь вызывает отмирание верхних частей хвоинок, и не оказывает заметного влияния на состояние молодых растений, но патоген является потенциально опасным. При сильном поражении болезнью растения погибают. Развитию болезни сопутствует прохладное и влажное лето (Шевченко, Цилюрик, 1986). Среди сопутствующих микромицетов отмечено присутствие *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Fusarium*.

У потомства кедра корейского в первые годы роста, заболеваний и поражений хвои не отмечалось. Первые очаговые заболевания были обнаружены после 25-летнего возраста в крайних рядах посадки. В настоящее время полностью усохших деревьев не обнаружено. Деревья потомства кедра корейского в данных условиях произрастания начинают вегетацию на 7-8 дней позже кедра сибирского (Кузнецова, 1998), что генетически обусловлено потребностью тепла. В результате прохождения всех фенологических фаз и более позднего появления хвои деревья кедра корейского меньше подвержены серым шютте, так как фенофазы развития растения и фитопатогена не совпадают во времени. У кедра сибирского деревья потомства кемеровского климатипа начинают вегетацию

раньше, чем другие климатипы и поэтому происходит большее их заражение грибковыми болезнями.



Рисунок 2 - Заболевание хвои географических культур кедра (кемеровский климатип), вызванное фитопатогенным грибом *Hypodermella sulcigena* (Tubef.) – серое шютте

Важным фактором, определяющим возможность возникновения инфекционного полегания в лесных питомниках, является численность возбудителей в почве на ранних этапах онтогенеза сеянцев хвойных. Существенную роль в этом процессе играют фитопатогенные микромицеты (Громовых, 2002).

Результаты обследований производственных посевов в Верх-Казанском, Ермаковском и Озерском лесных питомниках показали, что возбудители различных микозов сеянцев хвойных распространены широко. При этом наблюдаются все известные типы поражения, для которых характерны следующие диагностические признаки: загнивание семян и проростков, собственно полегание всходов, загнивание корней и увядание верхушек сеянцев.

Собственно полегание всходов свойственно, главным образом, молодым сеянцам до 3-х недельного возраста. При этом у пораженных всходов в районе корневой шейки появляется перетяжка, ствол теряет тургор, полегает на землю и засыхает. У таких всходов семенные колпачки часто не опадают, а остаются на семядолях. Заболевание протекает в короткий срок (в течение 2-3 суток). Из корневой шейки погибших сеянцев обычно выделяются виды рода *Fusarium*. В большинстве случаев это *F. avenaceum* var. *herbarum*, *F. sporotrichiella* var. *sporotrichioides*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*.

В поражении корневой системы и стволиков сеянцев ведущую роль также играют грибы рода *Fusarium*, видовой состав которых меняется в зависимости от почвенно-климатических условий (Якименко, Гродницкая, 1996).

У сеянцев первого года жизни часто наблюдается увядание верхушек: пораженные семядоли и хвоя становятся мягкими, этиолированными, растения теряют тургор, падают на землю или засыхают стоя. Корневая часть таких сеянцев здорова, а наземная – поражена грибами. При этом типе заболе-

вания инфекционный процесс распространяется из ассимиляционного аппарата в сосудистую систему растений. Поражение хвои на более поздних стадиях развития сеянцев (начиная с 5 недель) часто не приводит к гибели растений, но тормозит их рост. Основными возбудителями данного типа заболевания являются грибы из родов *Alternaria*: *A. alternata*, *A. geophila*, *A. Solani* и *Cladosporium*: *C. cladosporioides*, *C. herbarum* (Якименко, Гродницкая, 1996; Якименко, Гродницкая, 2000).

Сеянцы 2-х, 3-х летнего возраста, имеющие иммунитет к фузариозу и альтернариозу, часто поражаются другими возбудителями. В лесопитомниках широко представлены различные шютте, так, в Верх-Казанском, Ермаковском и Озерском сеянцы сосны и кедра наиболее часто поражаются *Lophodermium pinastri* Chev. (обыкновенное шютте сосны), в Таловском – одна из главных причин преждевременного опадения хвои у сосны – настоящее шютте, вызываемое *Lophodermium seditiosum* (Minter, Staley & Millar.). Кроме того, в Озерском лесном питомнике (республика Хакасия) в 2010 г. у сеянцев сосны обыкновенной (2006 г. посадки) впервые обнаружено заболевание хвои, выраженное в обширном ее пожелтении и усыхании. Выявлен и идентифицирован возбудитель болезни – микромицет *Cyclaneusma minus* (Butin) Di Cosmo, Peredo & Minter (болезнь пожелтения хвои сосны) (Гродницкая, 2011).

Ранее отмечено (Гродницкая, Якименко, 1996;

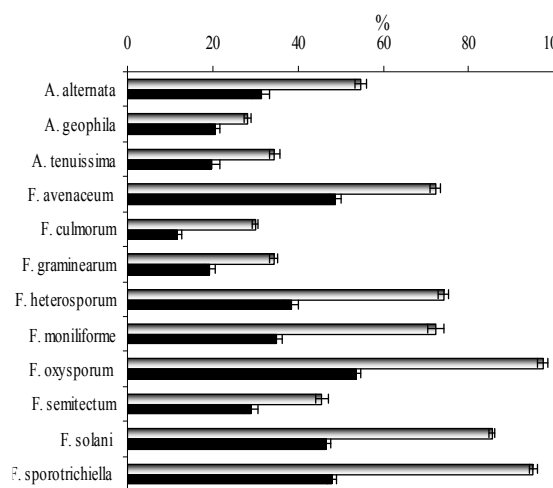


Рисунок 3 - Плотность популяций микромицетов в почве Ермаковского лесного питомника (белые столбики) и в прилегающей целине (черные столбики), %

Якименко, Гродницкая, 2000) что в почвах лесных питомников микробное разнообразие снижено из-за: 1) недостатка травянистой растительности и преобладания в посевах монокультуры; 2) частых химических обработок, что приводит к уничтожению чувствительной аборигенной микробиоты и появлению резистентных и более приспособленных к условиям искусственных фитоценозов видов.

Благодаря этому, возрастает количество фитопатогенных микромицетов, и уменьшаются микроорганизмы, обладающие антагонистическими свойствами (Якименко, 1992).

Усиление патогенных свойств микромицетов фитопатогенного комплекса почв лесных питомников тесно коррелирует с величиной плотности их популяций. Коэффициент корреляции для Верх-Казанского лесопитомника составляет 0,89; для Ермаковского – 0,91, для Озерского питомника в 2008 – 0,79; 2010 г. – 0,89, в 2011 г. – 0,94.

Установлено, что в почве лесопитомников возрастает доля видов с низкой частотой встречаемости и уменьшается количество доминирующих видов. Например, в почвах питомников, по сравнению с целинными, возрастает численность некоторых видов фузариев в 2,1-3,9 раз (рис. 3).

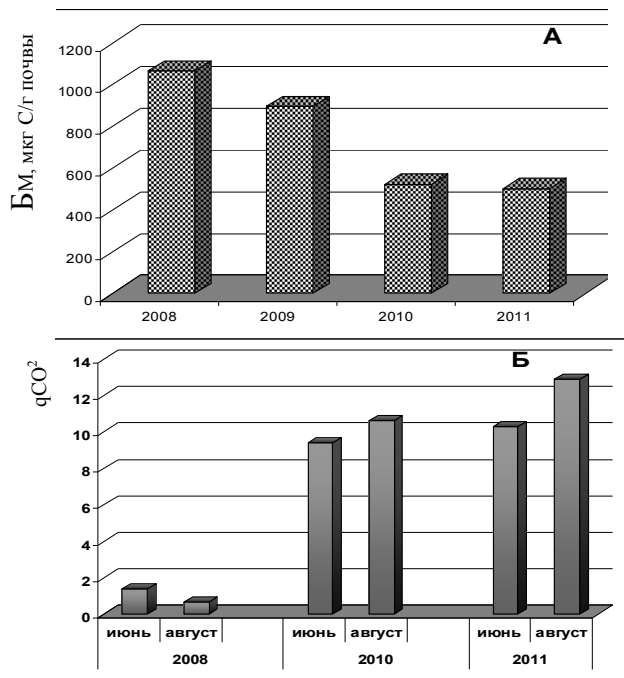


Рисунок 4 - Изменения БМ и qCO₂ (усредненные данные) в течение четырех лет наблюдений в почве Озерского лесного питомника под сеянцами сосны обыкновенной разных возрастов

В темно-серой почве Верх-Казанского питомника преобладали *F. sporotrichiella* var. *sporotrichioides*, *F. heterosporum*, *F. moniliforme*; в черноземе оподзоленном (Ермаковский лесопитомник) – *F. oxysporum* var. *orthoceras*, *F. solani* var. *eumartii*, *F. avenaceum* var. *herbarum*.

Так, плотность популяции *F. solani* var. *eumartii* в 3,0-3,9; *F. culmorum* в 2,1-3,3; *F. sporotrichiella* var. *sporotrichioides* – 1,3-3,2; *F. oxysporum* var. *orthoceras* – 1,5-1,8 раза выше, чем в прилегающей целине. Виды рода *Verticillium* – *V. albo-atrum*, *V. tenerum* в целинных почвах не обнаружены и выделены из почвенных образцов Ермаковского лесопитомника, погибших сеянцев и семян хвойных (Якименко, Гродницкая, 2000).

Виды *F. oxysporum* var. *orthoceras* и *F. sporotrichiella* var. *sporotrichioides*, имеющие наибольшую плотность популяций в почвах исследуемых питомников обладали самыми высокими вирулентными свойствами в отношении сеянцев хвойных.

Мониторинг почвенных микробоценозов Озерского лесопитомника показал, что под сеянцами сосны разных возрастов значения микробной биомассы (БМ) в вегетационный период уменьшались в течение 4 лет (рис. 4А). Ежегодные агротехнические нагрузки на почву питомника способствуют накоплению патогенов и увеличению плотности их популяций, что в конечном итоге, приводит к возникновению различных заболеваний сеянцев, в том числе и ранее в данном месте не встречающихся, например болезнь пожелтения хвои сосны (возбудитель *Cyclaneusma minus*).

Один из оценочных критериев изменений почвенного микробоценоза является микробный метаболический коэффициент (qCO₂). Чем выше его значения, тем выше стресс на микробное сообщество. Возрастающие в течение 2008-2011 гг. значения qCO₂ свидетельствуют о накоплении стрессовой нагрузки на почвенное микробное сообщество питомника в течение 4 лет (рис. 4Б).

Таким образом, на фоне возрастания qCO₂ возрастает и фитопатологическая нагрузка на почвенный и филлосферный микробоценозы. Выращивание посадочного материала хвойных приводит не к обогащению микробных почвенных сообществ новыми видами, а к изменению частоты встречаемости общих с целинными почвами аборигенных видов микромицетов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования роста и состояния географических культур кедровых сосен на экспериментальном участке в Ермаковском лесхозе установлена причина усыхания кемеровского климатического кедра сибирского, более ослабленного в период раннего онтогенеза. Возбудителем усыхания хвои является плодосумчатый гриб-дискомицет *Hypodermella sulcigena* (Tubef.) порядка фацидиевых (= *Lophodermella sulcigena*), заболевание – серое шютте сосны. Среди сопутствующих микромицетов отмечено присутствие *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Fusarium*. Интенсивному развитию заболевания сопутствует прохладное и влажное лето.

Наиболее устойчивыми на данном этапе роста к заболеванию серым шютте оказались культуры кедра корейского.

Чаще всего болезнь вызывает отмирание верхних частей хвоинок и не оказывает заметного влияния на состояние молодых растений, но патоген является потенциально опасным как для заболевших деревьев, так и для соседних климатотипов кедра. При сильном поражении болезнью растения погибают. Наилучшая сохранность и устойчивость к серому шютте отмечена у интродуцентов кедра корейского (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.)

– 59 %, наименьшая – у кемеровского климатипа (2 %).

В лесных питомниках Красноярского края и Хакасии обнаружены инфекционные болезни сеянцев хвойных, вызываемые фитопатогенными микромицетами, для которых характерны следующие диагностические признаки: загнивание семян и проростков, собственно полегание всходов, загнивание корней и увядание верхушек сеянцев, усыхание хвои.

В поражении корневой системы и стволиков сеянцев ведущую роль играли грибы рода *Fusarium*, видовой состав которых менялся в зависимости от почвенно-климатических условий.

Собственно полегание всходов и молодых сеянцев (до 3-х недель), загнивание корешков и, на более поздних стадиях, загнивание периферических частей растения, вызывали грибы из рода *Fusarium*: *F. avenaceum* var. *herbarum*, *F. sporotrichiella* var. *sporotrichioides*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*.

Поражение ассимиляционного аппарата сеянцев сосны и кедрового первого года жизни вызывали грибы *Alternaria* и *Cladosporium*: *A. alternata*, *A. geophila*, *A. solani*, *C. cladosporioides*, *C. herbarum*.

Основными заболеваниями 2–3-летних сеянцев в лесных питомниках являются: настоящее шютте (возбудитель – *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley & Millar.), обыкновенное шютте (возбудитель – *Lophodermium pinastri* Chev.), а также поражение хвои возбудителем *Cyclaneusma minus*.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Ананьева, Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. / Н.Д. Ананьева – М.: Наука, 2003. – 222 с.
- Билай, В.И. Метод микрокультуры для получения типичного конидиеобразования у фузариев / В.И. Билай, И.А. Элланская // Микология и фитопатология. – 1975. – Т. 9, вып. 1. – С. 74-76.
- Гродницкая, И.Д. Агрохимические и микробиологические свойства почвы лесного питомника на юге Красноярского края / И.Д. Гродницкая, Е.Е. Якименко // Почвоведение. – 1996. – № 10. – С. 1247-1253.
- Гродницкая, И.Д. Инфекционные заболевания сеянцев хвойных в лесопитомниках Сибири и меры борьбы с ними / И.Д. Гродницкая // Болезни и вредители в лесах России: век XXI. Материалы Всерос. конф. (20-25 сен.) - Красноярск, 2011. – С.73-75.
- Громовых, Т.И. Фитопатогенные микромицеты сеянцев хвойных в Средней Сибири: видовой состав, экология, биологический контроль: автореф. дисс. д. б. наук: 03.00.24 / Т.И. Громовых. – Москва, 2002. – 37 с.6.
- Кирай, З. Методы фитопатологии / З. Кирай [и др.] – М.: Колос, 1974. – 343 с.7. Кириленко, Т.С. Атлас родов почвенных грибов / Т.С. Кириленко. – Киев: Наукова думка, 1977. – 128 с.
- Кузнецова, Г.В. Географические культуры кедрового сибирского и кедрового корейского в Красноярском крае / Кузнецова Г.В. // Проблемы лесовосстановления в таежной зоне СССР. Тез. докладов Всесоюзной конференции (13-15 сен). - Красноярск, 1988. – С.126-127.
- Кузнецова, Г.В. Фенологические особенности кедрового сибирского и кедрового корейского в географических культурах / Кузнецова Г.В., Череповский Ю.А. // Реконструкция гомеостаза. Материалы IX Международного симпозиума. Т.2. - Красноярск, 1998. – С. 82-85.
- Кузнецова, Г.В. Рост, состояние и развитие кедровых сосен в географических культурах на юге Красноярского края / Кузнецова Г.В. // Хвойные бореальной зоны. – 2010. – Т. XXVI. - №1-2. – С.102-107.
- Методы почвенной микробиологии и биохимии / Ред. Д.Г. Звягинцев – М.: Из - во МГУ, 1991. – 303 с.
- Милько, А.А. Определитель муковоксовых грибов / А.А. Милько. – Киев: Наукова думка, 1974. – 303 с.
- Основные методы фитопатологических исследований // Науч. тр. ВАСХНИЛ / Ред. А.Е. Чумаков.– М.: Колос, 1974. – 192 с.
- Шевченко, С.В. Лесная фитопатология / С.В. Шевченко, А.В. Цилорик.- Киев: Вища школа, 1986. – С.157-162.
- Якименко, Е.Е. Микромицеты почв лесных питомников / Е.Е. Якименко // Микология и фитопатология. – 1992. – Т. 26, вып. 6. – С. 480-485.
- Якименко, Е.Е. Инфекционное полегание сеянцев хвойных в лесных питомниках Красноярского края / Е.Е. Якименко, И.Д. Гродницкая // Микология и фитопатология. – 1996. – Т. 30, вып. 2. – С. 56.
- Якименко, Е.Е. Влияние грибов рода *Trichoderma* на почвенные микромицеты, вызывающие инфекционное полегание сеянцев хвойных в лесных питомниках Сибири / Е.Е. Якименко, И.Д. Гродницкая // Микробиология. – 2000. – Т. 69, вып. 6. – С. 850-854.
- Anderson, J.P.E. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils / J.P.E. Anderson, K.H. Domsch // Soil Biol. Biochem. – 1978. – Vol. 10. – № 3. – P. 314–322.

Поступила в редакцию 14 декабря 2011 г.
Принята к печати 1 марта 2012 г.