

УДК 632.4:630.2

## СОСТОЯНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЯХ

А. А. Шишкина, Н. Н. Карпун

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова  
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5*

E-mail: frbg@mail.ru, nkolem@mail.ru

*Поступила в редакцию 21.03.2024 г.*

Опыт создания и изучения географических культур показывает существование зависимости между успешностью выращивания деревьев и их происхождением. Некоторые климатипы способны превосходить местные по сохранности, продуктивности, урожайности и другим показателям. При отборе успешных климатипов важно учитывать устойчивость древостоев к различным неблагоприятным факторам среды, в том числе к грибным болезням. К наиболее опасным заболеваниям сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) относится гниль корней, вызываемая корневой губкой (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). Исследования проводили в географических культурах сосны обыкновенной на территории Авсюнинского участкового лесничества Орехово-Зуевского лесничества (восточная часть Московской области) в 2016–2023 гг. Оценено современное санитарное и фитопатологическое состояние 38 климатипов, а также примыкающих сосновых древостоев местного происхождения. Выявлен комплекс из 12 видов дендротрофных грибов, развивающихся на сосне, из которых наибольший ущерб причиняет корневая губка. На участках обнаружены многочисленные очаги усыхания, связанного с развитием этого патогена. Пораженность разных климатипов сосны неодинаковая. Установлено, что в общей сложности 22 климатипа превосходят древостои местного происхождения по комплексу фитопатологических показателей. К успешным отнесены климатипы из северо-западных и западных относительно места испытания районов (Литва, Эстония, Брестская область Беларуси), а также некоторые климатипы из соседних регионов (Смоленская, Брянская, Рязанская области). Почти все климатипы с неудовлетворительным состоянием имеют восточное происхождение относительно места испытания (Костромская, Самарская, Свердловская, Новосибирская области). При этом успешны культуры сосны из Удмуртии, Башкортостана, Омской области и Якутии – регионов, весьма удаленных в восточном направлении от объекта исследования.

**Ключевые слова:** климатипы, успешность климатипов, болезни леса, гниль древесины корней, корневая губка, *Heterobasidion annosum*, очаг.

DOI: 10.15372/SJFS20240512

### ВВЕДЕНИЕ

Географические культуры создаются для изучения особенностей роста разных климатипов лесных пород в новых условиях местопроизрастания (Писаренко и др., 1992). Для этого проводят оценку их сохранности, продуктивности, урожайности и других показателей. Результаты опытов с географическими культурами сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в России и за рубежом показали существование зависимости между успешностью выращивания деревьев и их происхождением (Огиевский, 1966;

Dietrichson, 1968; Тимофеев, 1978; Karlman, 1986; Писаренко и др., 1992; Zhelev, Lust, 1999; Наквасина и др., 2001; Jansons, Baumanis, 2005; Кузьмина, Кузьмин, 2009; Barzdajn et al., 2016; Мерзленко и др., 2017; Szeligowski et al., 2023). В процессе исследования хорошие результаты по сохранности и продуктивности показали сосны из Прибалтики (Латвия, Литва), Беларуси (Минская, Могилевская области), Украины (Черниговская, Волынская, Сумская области), а также из Центрально-Черноземных областей России. Очень плохая сохранность отмечена у самых северных, самых южных и всех азиат-

ских климатипов сосны, а также у климатипов из Пермского края (Писаренко и др., 1992).

Интересными объектами для изучения стали географические культуры сосны обыкновенной, заложенные в Авсюнинском участковом лесничестве Орехово-Зуевского лесничества в восточной части Московской области С. А. Ростовцевым и Е. П. Проказиным в 1966–1967 гг. Число испытываемых климатипов – 52, число повторностей – 1–4. Культуры создавались двухлетними сеянцами, посадку осуществляли по бывшей пашне (шаг посадки 0.75 м, ширина междурядий – 1.5 м). Тип лесорастительных условий на участке – свежая простая суборь (В2) (Паспорт..., 2018). На этом объекте ранее проводилась оценка лесоводственных параметров (продуктивности и сохранности) выборочных климатипов (Мельник, 2020), однако фитопатологическое состояние и успешность культур в зависимости от разного географического происхождения на предмет пораженности болезнями не изучали.

В условиях рекреационных лесов Подмосковья при отборе успешных климатипов сосны важно учитывать не только продуктивность древостоев, но и их устойчивость к различным неблагоприятным факторам среды, в том числе к грибным болезням. Публикаций по этому вопросу немного, и в основном они посвящены изучению заболеваний хвои, развивающихся на молодых соснах, таких как обыкновенное (возбудитель – *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley & Millar) и снежное шютте (возбудитель – *Gremmenia infestans* (P. Karst.) Crous (= *Phacidium infestans* P. Karst.)) (Синадский, 1983; Писаренко и др., 1992; Крутов, Минкевич, 2002; Кузьмина, Кузьмин, 2009; Гродницкая, Кузнецова, 2012). Болезни взрослых географических культур с учетом происхождения климатипов в России рассматривались в единичных работах (Павлов и др., 2008; Варенцова, Николаева, 2018).

К наиболее опасным заболеваниям в насаждениях сосны относится гниль корней, вызываемая корневой губкой (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). В части исследований, рассматривающих особенности распространения очагов этого патогена в географических культурах, не установлено закономерностей между пораженностью деревьев и их происхождением (Karlman, 1986; Павлов и др., 2008). Но в единичных работах, выполненных в Беларуси и Украине, была выявлена разница в устойчивости климатипов сосны к корневой губке: самыми жизнеспособными признаны климатипы из

западных и северо-западных районов относительно места испытания, поражаемыми – восточные и юго-восточные (Ладейщикова, 1974; Рапунович, Якимов, 1996).

Так как сведения о пораженности грибными заболеваниями сосны разного происхождения очень малочисленны и разрознены, актуальным направлением исследований является изучение большего количества объектов с опытными географическими посадками.

Цель исследования заключалась в оценке состояния и выявлении различий в степени поражения грибными болезнями разных климатипов сосны в условиях восточной части Московской области, а также проведение сравнительного анализа их успешности.

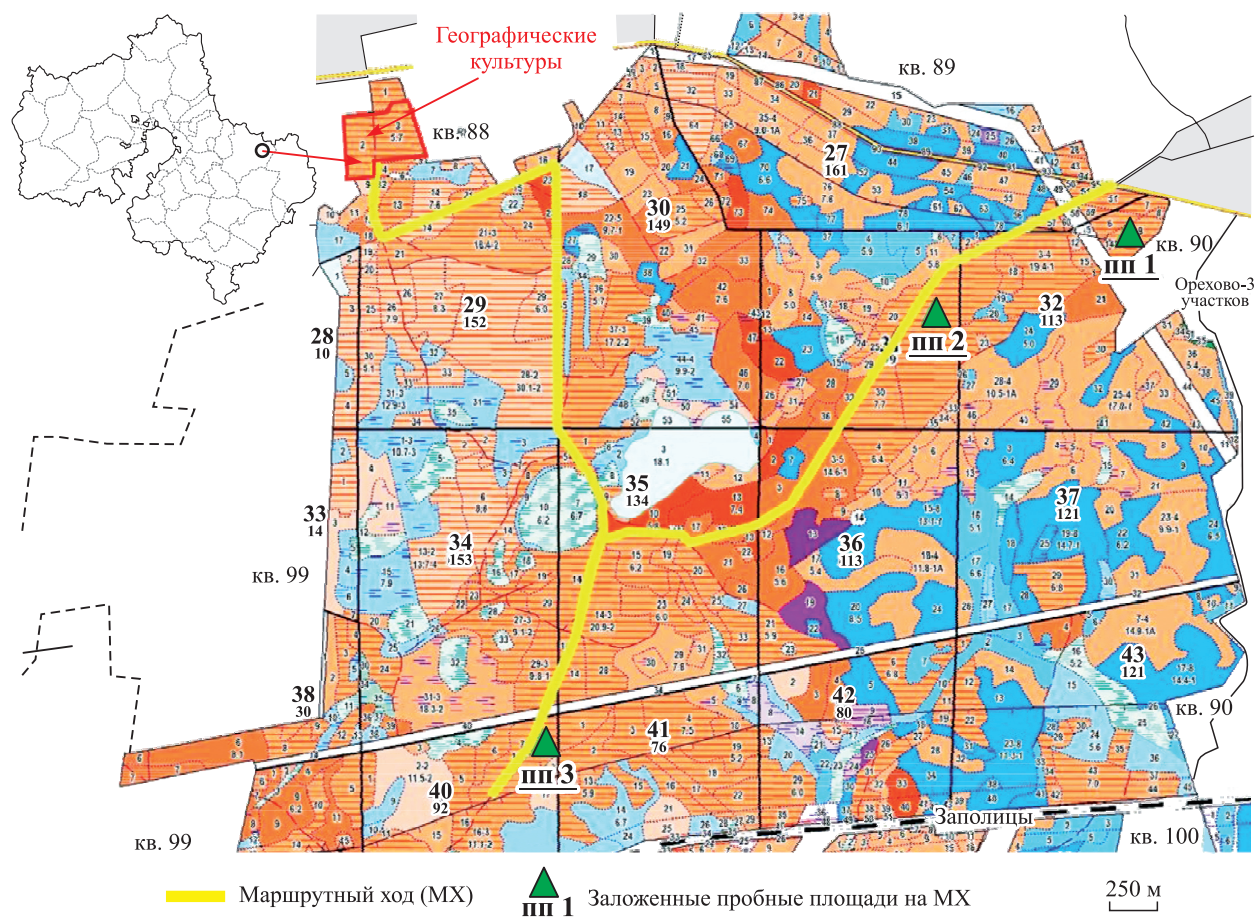
## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили с 2016 по 2023 г. в географических культурах сосны, расположенных в выделах 2 и 3 квартала 29 Авсюнинского участкового лесничества Орехово-Зуевского лесничества Московской области. Площадь участка 12.8 га. Санитарное состояние культур и степень их поражения грибными болезнями оценивали в ходе инструментального и визуального обследования. При инструментальном обследовании проводили детальное описание деревьев на временных пробных площадях (пп), заложенных по непроवेशенной ходовой линии. На каждой пп, представленной определенным климатипом сосны, в перечень включали не менее 30 деревьев. В настоящей работе приведены результаты оценки состояния 38 климатипов на 50 пп.

Для определения степени поражения корневой губкой сосновых древостоев местного происхождения, примыкающих к исследуемым географическим культурам, проводили их визуальное обследование на маршруте длиной 10 км (рис. 1). В ходе работ глазомерно оценивали санитарное состояние и степень поражения древостоев на всех лесотаксационных выделах, пересекаемых маршрутом.

Обследованим охвачено 57 лесотаксационных выделов общей площадью 293.8 га. В трех выделах с обнаруженными очагами корневой губки для уточнения степени поражения древостоя заложили пп с перечетом не менее 200 деревьев на каждой пп.

Древостои оценивали по средневзвешенной категории санитарного состояния (СКС), рас-



**Рис. 1.** Схема маршрутного хода и обследованных сосновых насаждений, примыкающих к географическим культурам Авсюнинского участкового лесничества.

считанной исходя из распределения запасов деревьев по категориям состояния по общепринятой методике (Воронцов и др., 1991; Методы..., 2004; Правила..., 2020). На каждой пп определяли значение текущего и общего отпада. Текущий отпад (%) вычисляли как долю запаса усыхающих деревьев и свежего сухостоя от общего запаса всех деревьев на пп; общий отпад (%) – как долю усыхающих деревьев, свежего и старого сухостоя от общего запаса всех деревьев на пп.

Для оценки наличия на участке очагов инфекционных болезней выявляли видовой состав фитопатогенов и оценивали их встречаемость. К массовым относили виды грибов, отмеченные на более чем 50 % деревьев, характеризующихся высокой степенью поражения кроны и отдельных органов; к обычным – виды, отмеченные на 10–50 % деревьев с низкой или средней степенью поражения кроны и отдельных органов, к редким – виды, отмеченные всего несколько раз за период исследования (менее 10 %), к единичным – виды, отмеченные один раз за период исследования.

Видовую принадлежность грибов определяли классическими методами с использованием отечественных и зарубежных определителей (Бондарцев, 1953; Sinclair, Lyon, 2005; Соколова, Галасьева, 2008; Жуков и др., 2013; Стороженко и др., 2014). Для части образцов идентификация видов грибов подтверждена с помощью генетического анализа в лаборатории отдела мониторинга состояния лесных генетических ресурсов ФБУ «Рослесозащита». Для получения достоверных результатов образцы отбирали в двух повторностях. Анализ выделенной ДНК проводили в два этапа: методом полимеразной цепной реакции с универсальными праймерами для определения рибосомального гена грибов ITS и методом прямого секвенсового определения нуклеотидных последовательностей на генетическом анализаторе Applied Biosystems 3500.

Степень поражения (или пораженность) древостоя корневой губкой устанавливали по доле запаса деревьев с признаками поражения от общего запаса деревьев на пп: слабая – пораженных деревьев менее 10 %, средняя – от 10 до 20 %, сильная – 20 % и более. Динамику роста

куртин усыхания, выявленных в ходе полевых работ, дополнительно изучали по ретроспективным космическим снимкам высокого разрешения с использованием общедоступного сервиса Google Earth Pro.

Для сравнения успешности разных климатипов сосны они были разделены на 16 групп по общности географического происхождения на основе классификации А. А. Крюденера (1917) (для европейских климатипов) и Перечня лесных районов Российской Федерации (2014) (для азиатских климатипов): 1) Волго-Камская область: Марий Эл, Татарстан, Удмуртия; 2) Восточно-Сибирский район: Саха (Якутия); 3) Дальневосточный таежный район: Хабаровский край; 4) Заволжье: Башкортостан, Самарская область; 5) Заднепровье: Тернопольская и Львовская области Украины; 6) Западно-Сибирский район: Омская область; 7) Засурье: Мордовия, Чувашия; 8) Зауралье: Свердловская, Челябинская области; 9) Иртышско-Обский район: Алтайский край, Новосибирская область; 10) Полесье: Брянская, Орловская области России, Минская, Могилевская области Белоруссии, Волынская, Ровенская, Сумская, Черниговская области Украины; 11) Прибалтийская область: Литва, Эстония, Витебская область Белоруссии, Псковская область России; 12) Привислинская область: Брестская, Гродненская области Белоруссии; 13) Приозерная область: Ленинградская область; 14) Центральная область: Владимирская, Костромская, Московская, Рязанская, Смоленская области; 15) Южно-Русская область: Курская область; 16) Южный Урал, район степей: Оренбургская область (Крюденер, 1917; Перечень..., 2014).

В качестве контроля при сравнении климатипов по району происхождения была выбрана Центральная область, в которую вошел местный климатип из Московской области, дополнительно рассматривали состояние примыкающих насаждений местного происхождения.

Успешность климатипов оценивали по следующим трем показателям, характеризующим их санитарное и фитопатологическое состояние: СКС; пораженность культур корневой губкой (ПКГ), %; суммарная доля условно здоровых деревьев I и II категорий состояния (СI, II), %. При этом использовали методические принципы определения успешности климатипов по лесоводственным характеристикам (Мерзленко, Мельник, 1995). Методика расчетов состояла из следующих этапов:

1) расчет абсолютной успешности климатипа ( $U$ ):

$$U = X_p - X_m, \quad (1)$$

где  $X_p$  – среднеарифметический показатель по каждому климатипу;  $X_m$  – среднеарифметический показатель генеральной совокупности;

2) расчет в долях стандартного отклонения относительной успешности испытываемого климатипа ( $Q$ ):

$$Q = \frac{U}{\sigma}, \quad (2)$$

где  $U$  – абсолютная успешность климатипа по конкретному показателю;  $\sigma$  – стандартное отклонение по всей выборке опыта;

3) получение обобщенного показателя успешности климатипа ( $\Phi$ ):

$$\Phi = \frac{Q_{СКС} + Q_{ПКГ} + Q_{СI, II}}{3}, \quad (3)$$

где  $Q_{СКС}$  – относительная успешность климатипа по СКС;  $Q_{ПКГ}$  – относительная успешность климатипа по ПКГ;  $Q_{СI, II}$  – относительная успешность климатипа по СI, II.

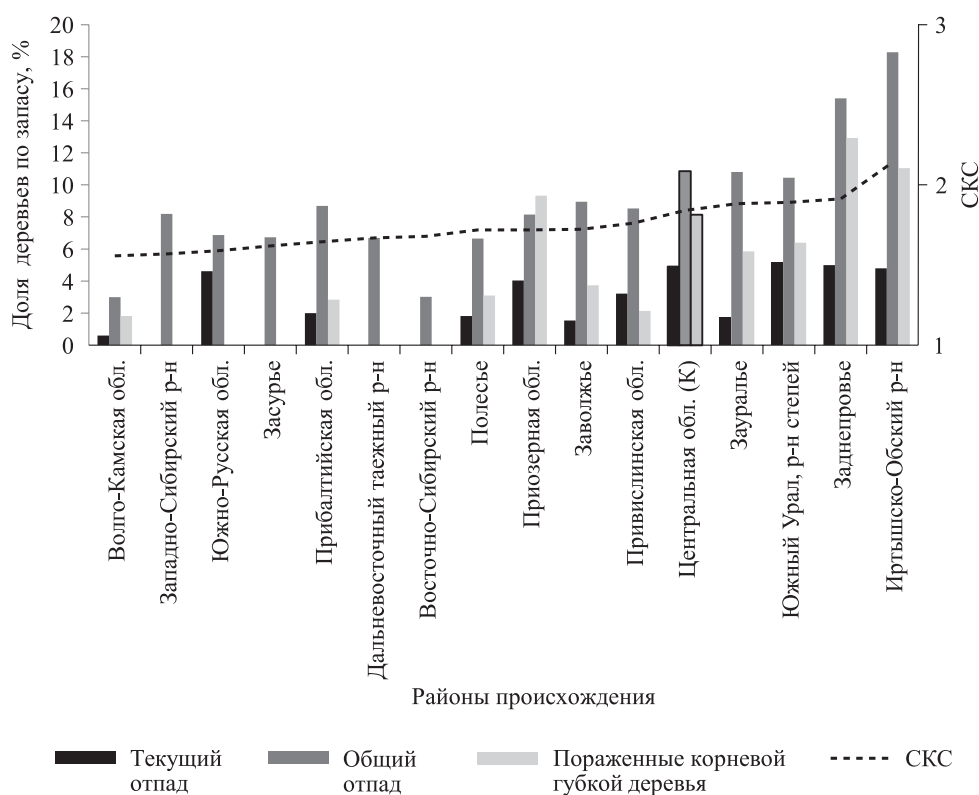
Успешность климатипов оценивали по следующим градациям: успешные, с удовлетворительным состоянием и неблагоприятные. К успешным были отнесены все климатипы, у которых значение обобщенного показателя успешности получилось менее  $-0.5$ , к неблагоприятным – более  $1.0$ . Показатель успешности, приближенный к нулю, означал среднее значение данного показателя по всей выборке.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Санитарное состояние.** У исследуемых культур в целом оно ослабленное, что выражается в изреженности крон, наличии отпада, буреломных деревьев, но наиболее заметное ухудшение состояния древостоев наблюдается при образовании в них куртин усыхания.

При сравнении санитарного состояния климатипов (СКС) по районам происхождения установлено, что большинство сосен из других районов характеризуется более успешным состоянием по сравнению с контрольной группой из Центральной области (рис. 2).

Культуры, представляющие северо-западные, западные и юго-западные районы (Прибалтийская, Привислинская, Приозерная области, Полесье, Южно-Русская область), на объекте исследования в целом признаны перспектив-



**Рис. 2.** Средневзвешенная категория состояния, доля отпада и пораженных корневой губкой деревьев по группам происхождения в географических культурах сосны Авсюнинского участкового лесничества.

Контурными линиями черного цвета выделены показатели для группы климатипов из Центральной области (контроль).

ными. Исключением являются посадки сосны из юго-западного района Заднепровья, которые имеют более ослабленное состояние.

Климатипы, происходящие из районов, расположенных восточнее относительно контроля, показали разные результаты: среди них отмечены как удовлетворительные по санитарному состоянию климатипы из Волго-Камской области, Засурья, Заволжья, Западно-Сибирского, Восточно-Сибирского и Дальневосточного таежного районов, так и более ослабленные из Зауралья, степей Южного Урала, Иртышско-Обского района.

Внутри контрольной группы из Центральной области успешными являются культуры Смоленской области, расположенной западнее места испытания, в то время как «восточные» климатипы Костромской и Владимирской областей характеризуются относительно худшим состоянием.

**Фитопатологическое состояние.** В обследованных культурах на сосне выявлен комплекс грибов, поражающих разные органы деревьев (см. таблицу).

Наибольшее влияние на ухудшение состояния древостоев оказывает корневая губка –

возбудитель корневой гнили сосны. Средняя степень поражения этим патогеном географических культур составляет 4.6 %, примыкающих насаждений местного происхождения – 1.6 %.

Из антагонистов корневой гнили в географических культурах на буреломных и сухостойных деревьях обнаружены окаймленный трутовик и еловая кожистая губка. Также на отдельных сухостойных деревьях были отмечены мицелиальные пленки опенка осеннего. Из других деструктивных грибов в единичной встречаемости выявлены ксилотрофы – ишнодерма смолистая и дипломитопорус. Эти виды обнаружены на мертвой древесине пней и буреломных деревьев.

Из группы некрозно-раковых болезней в редких случаях отмечен смоляной рак сосны, возбудителем которого является гриб *Cronartium pini* (Willd.) Jørst. (= *Cronartium flaccidum* (Alb. & Schwein.) G. Winter, *Peridermium pini* (Willd.) J. C. Schmidt & Kunze). Болезнь вызывает ослабление деревьев, частичную или полную сухокронность. Высокий уровень поражения приводит к расстройству насаждений. Особенно сильное отмирание деревьев после этой болезни

Выявленные виды грибов, развивающихся на сосне в географических культурах Авсюнинского участкового лесничества Орехово-Зуевского лесничества Московской области (2016–2023 гг.)

Вид	Субстрат	Вызываемая болезнь	Встречаемость
<i>Armillaria mellea</i> sensu lato (опенок осенний)	Корни, корневая шейка, нижняя часть ствола сухостойных деревьев	Гниль древесины	Единичная
<i>Cronartium pini</i> (Willd.) Jørst. (= <i>Cronartium flaccidum</i> (Alb. & Schwein.) G. Winter, <i>Peridermium pini</i> (Willd.) J. C. Schmidt & Kunze)	Стволы, ветви	Смоляной рак сосны	Редкая
<i>Diplomitoporus flavescens</i> (Bres.) Domański (дипломитопорус желтеющий)	Стволы сухостойных деревьев	Гниль древесины	Единичная
<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.) P. Karst. (окаймленный трутовик)	Стволы сухостойных деревьев, бурелома	Комлевая и стволовая гниль	Редкая
<i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref. (корневая губка)	Корни, корневая шейка, усыхающие и сухостойные деревья	Гниль древесины	Обычная
<i>Ischnoderma resinosum</i> (Schrad.) P. Karst. (ишнодерма смолистая)	Древесина, пень	» »	Единичная
<i>Lophodermium pinastri</i> (Schrad.) Chevall.	Усохшая хвоя, опад	Шютте	Обычная
<i>Ceratocystis minor</i> (Hedgc.) J. Hunt (= <i>Ophiostoma minus</i> (Hedgc.) Syd. & P. Syd.)	Заболонная древесина усыхающих и сухостойных деревьев	Офиостомоз хвойных пород	Редкая
<i>Sphaeropsis sapinea</i> (Fr.) Dyko & B. Sutton (= <i>Diplodia pinea</i> (Desm.) J. Kickx f.)	Усохшие и усыхающие побеги, ветви в опад, тонкие стволы	Сферопсисовый некроз (диплодиоз) побегов, побурение хвои, усыхание почек, поражение шишек	Обычная
<i>Sydowia polyspora</i> (Bref.) E. Müll.	Усохшая хвоя, побеги	Склерофомоз (некроз и искривление побегов, побурение хвои)	Редкая
<i>Therrya pini</i> (Alb. & Schwein.) Höhn.	Усохшие ветви	Некроз ветвей	Редкая
<i>Trichaptum abietinum</i> (Dicks.) Ryvarden (еловая кожистая губка)	Стволы сухостойных деревьев, бурелома	Гниль древесины	Обычная

наблюдается вследствие засушливых условий в течение вегетационного периода (Синадский, 1983).

Офиостомовый гриб *Ceratocystis minor* (Hedgc.) J. Hunt (= *Ophiostoma minus* (Hedgc.) Syd. & P. Syd.) выявлен на усыхающих соснах с черным налетом под корой и в заболонной древесине. Пораженные деревья были отработаны или заселены обычными для Московской области стволовыми вредителями – большим (*Tomicus piniperda* (L.)) и малым (*Tomicus minor* (Hartig)) сосновыми лубоедами, усачами (Cerambycidae). О патогенной роли офиостомовых грибов для хвойных пород отмечалось в отечественной и зарубежной литературе (Hemingway et al., 1977; Пашенова и др., 2009; Davydenko et al., 2017; Pastirčáková et al., 2018).

Согласно этим исследованиям, малый сосновый лубоед обычно заражает сосны во время их повреждения стволовыми вредителями, но именно гриб ослабляет дерево, снижая его защитные реакции.

На опавших хвое, ветвях и тонких стволах обнаружен потенциально опасный вид *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton (= *Diplodia pinea* (Desm.) J. Kickx f.), возбудитель диплодиоза. Этот патогенный гриб приводит к усыханию побегов и почек, побурению хвои и способен вызывать массовое поражение сосны (Sinclair, Lyon, 2005; Азовская и др., 2015; Brodde et al., 2019).

На хвое опада выявлен гриб *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chevall., являющийся возбудителем обыкновенного шютте (Ведерников,

Яковлев, 1972). Этот вид известен как слабый патоген, заселяющий хвою растений, ослабленных вследствие неблагоприятных условий роста (Sinclair, Lyon, 2005).

Таким образом, из всего комплекса обнаруженных грибов самым распространенным и опасным видом, вызвавшим очаги усыхания, является корневая губка. В связи с проведением обследования в географических культурах важным вопросом стало определение степени поражения этим патогеном разных климатипов сосны.

**Пораженность географических культур корневой губкой.** По данным космических снимков разных лет, очаги усыхания на исследуемых участках начали активно формироваться в 2004–2011 гг., когда культуры достигли III класса возраста. Именно в этот период сосновые древостои наиболее подвержены поражению корневой губкой (Негруцкий, 1973).

За последнее десятилетие наблюдалось усыхание деревьев в возникших очагах. Среднее значение текущего отпада по данным полевых учетов 2016, 2021 и 2023 гг. составляло соответственно 4,0, 3,1 и 2,6 %. Для древостоев 56-летнего возраста и Ia класса бонитета нормальный текущий отпад равен 0,9 % (Мозолевская и др., 1984). Следовательно, в настоящее время этот показатель превышен почти в 3 раза. Усыха-

ют преимущественно угнетенные деревья, но в ближайшие годы возможно разрастание очагов и заражение деревьев основного полога.

Признаки наличия корневой губки отмечены на пп 20, что составляет более трети от обследованных участков. Пораженность деревьев на них варьирует от 0,6 до 38,8 %.

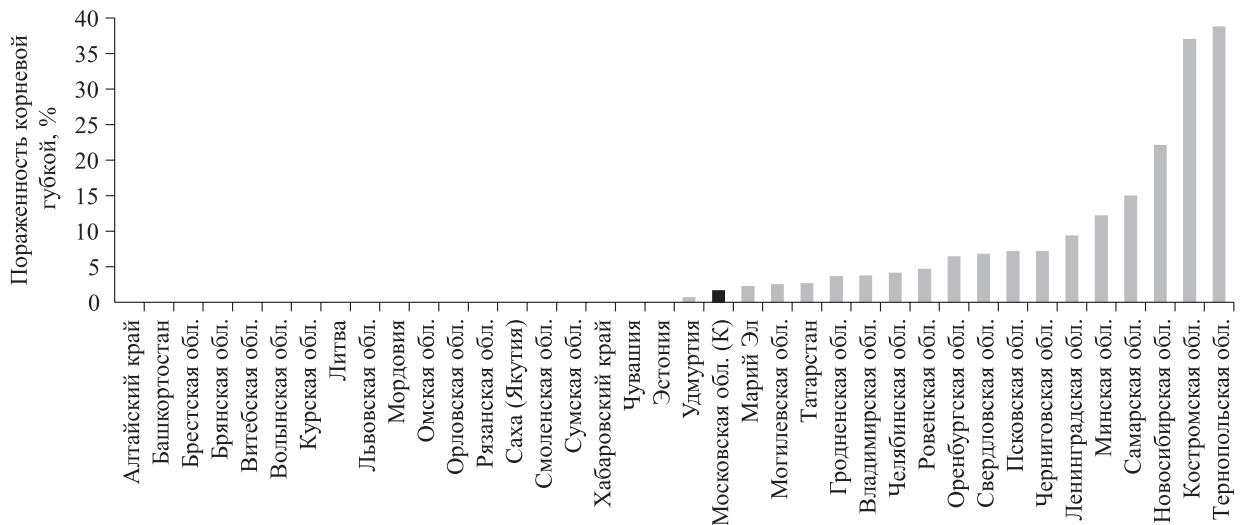
При сравнении климатипов по районам происхождения установлено, что почти все группы климатипов поражены в меньшей степени, чем группа из Центральной области (рис. 2). Климатипы из северо-западных и западных районов поражены в слабой степени или характеризуются отсутствием очагов. У восточных и юго-западных групп климатипов ситуация неоднородная: отмечено как поражение от слабой до сильной степени, так и полное отсутствие очагов усыхания.

Самые крупные куртины усыхания площадью 0,07 га с поражением более 20 деревьев выявлены на пп климатипов из Костромской и Новосибирской областей, Тернопольской области Украины (рис. 3, 4). Для них характерна сильная степень поражения древостоя.

Поражение древостоев средней степени отмечено на шести пп климатипов из Самарской, Свердловской, Псковской, Ленинградской областей, Гродненской и Минской областей Беларуси.



Рис. 3. Очаги усыхания на пробной площади с сосной происхождения из Костромской области. 2023 г.



**Рис. 4.** Пораженность корневой губкой климатипов сосны в географических культурах Авсюнинского участкового лесничества.

Столбец черного цвета – Московская обл; К – контроль.

Слабая степень поражения установлена на пп в культурах сосны происхождением из Владимирской, Ленинградской, Оренбургской и Челябинской областей, Татарстана, Марий Эл и Удмуртии, Ровенской и Черниговской областей Украины, Могилевской области Беларуси. На остальных обследованных участках очагов усыхания от корневой губки не обнаружено.

Некоторые куртины поражения охватывают одновременно два и более климатипа, расположенных на смежных участках. В ближайшие годы возможно заражение климатипов, не имеющих в настоящее время признаков патологического усыхания.

**В древостоях местного происхождения,** примыкающих к географическим культурам, пораженность корневой губкой составляет в среднем 1.6 %. Очаги усыхания обнаружены в девяти лесотаксационных выделах, на общей площади 72.1 га, что составляет 24.5 % от обследованной площади. Степень поражения варьирует от 2.0 до 11.4 %. Большинство очагов выявлено в древостоях с участием сосны в составе 9–10 ед. В большей степени поражены насаждения искусственного происхождения III и IV классов возраста.

В сосняках местного происхождения III класса возраста (одного класса возраста с изучаемыми географическими культурами), очаги корневой губки отмечены на двух из 23 выделов (15.5 % от площади обследованных насаждений III класса возраста). В схожих лесорастительных условиях в примыкающих древостоях старшего возраста куртины усыхания выявлены уже на

шести из 26 выделов (37.4 % от общей площади обследованных насаждений IV–VII классов возраста). Весьма вероятно, что в ближайшие годы распространение инфекции продолжится как в географических культурах, так и в древостоях местного происхождения.

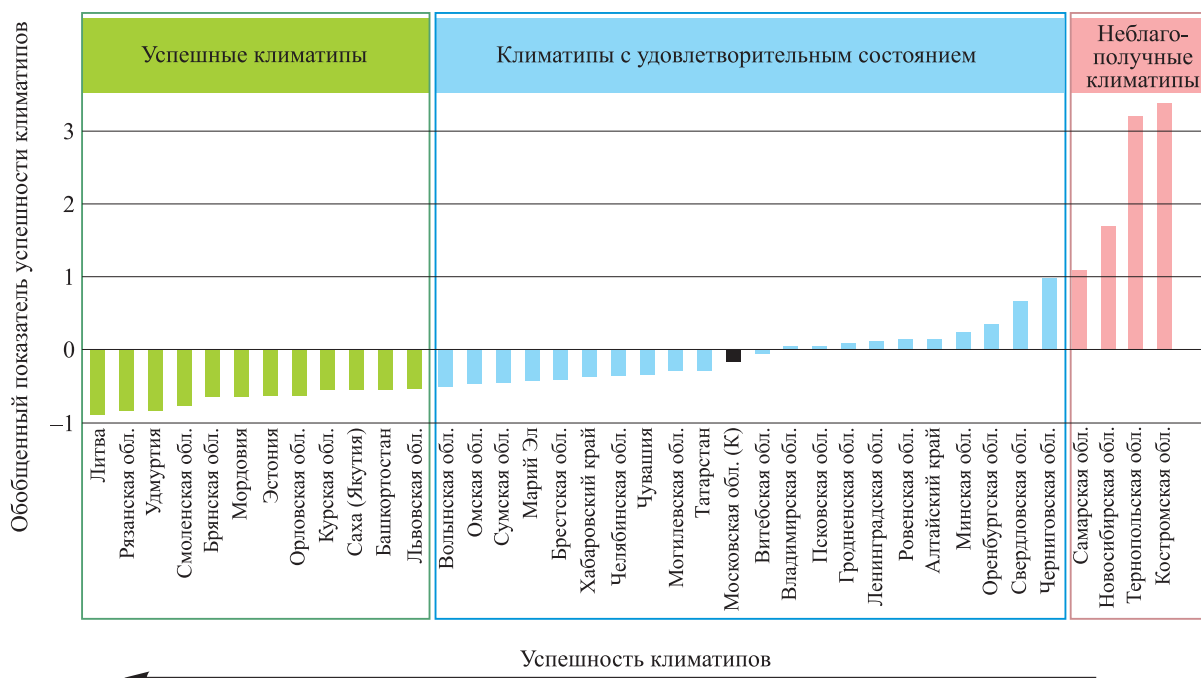
**Сравнительная оценка успешности климатипов по комплексу фитопатологических показателей.** Установлено, что в общей сложности 22 климатипа сосны превосходят древостои местного происхождения (рис. 5). Контрольный климатип характеризуется удовлетворительным состоянием.

В целом по комплексу фитопатологических показателей к успешным относятся:

– климатипы из северо-западных и западных регионов – Смоленская область России, Литва, Эстония, Брестская и Могилевская области Беларуси. На их успешность уже указывали в Украине, в Беларуси и Подмосковье (Ладейщикова, 1974; Писаренко и др., 1992; Раптунович, Якимов, 1996; Фомин и др., 2013; Мельник, Мерзленко, 2014; Шишкина, Колганихина, 2016);

– некоторые климатипы из соседних или относительно близких юго-западных и юго-восточных регионов (Рязанская, Брянская, Орловская, Курская области). Аналогичные данные получены в разных местах испытания географических культур (Писаренко и др., 1992), хотя на отдельных объектах Подмосковья рязанский и орловский климатипы показали себя как неперспективные по продуктивности (Мерзленко и др., 2017);





**Рис. 5.** Успешность климативов сосны по фитопатологическим показателям в географических культурах Авсюнинского участкового лесничества. Столбец черного цвета – Московская обл. К – контроль.

– юго-западные климативы из Львовской, Волынской и Сумской областей Украины. Эти климативы также были признаны успешными в ряде работ, в том числе проведенных в условиях Северо-Восточного Подмосковья (Писаренко и др., 1992; Мельник, Мерзленко, 2014);

– из восточных климативов – сосны из Удмуртии, Марий Эл и Башкортостана, а также Омской области, Саха (Якутии) и Хабаровского края, которые характеризуются удовлетворительным состоянием, несмотря на их происхождение из регионов, весьма удаленных от объекта исследования. Высокие лесоводственные показатели у климатива из Удмуртии уже отмечались ранее в Подмосковье (Мерзленко и др., 2017). Однако многие восточные и юго-восточные климативы, удаленные от места испытания, часто поражаются корневой губкой и в целом признаются неперспективными (Ладейщикова, 1974; Писаренко и др., 1992; Раптунович, Якимов, 1996; Фомин и др., 2013; Мельник, Мерзленко, 2014; Шишкина, Колганихина, 2016).

Ранее по результатам оценки сохранности и продуктивности культур Авсюнинского участкового лесничества многие из признанных успешными климативов показали высокую перспективность или были близки по своей устойчивости к местному климативу (Мельник, 2020).

Как схожие, так и противоречивые результаты по оценке успешности климативов на разных

объектах с географическими культурами представляют интерес для их дальнейшего изучения и анализа. В целом очаги на исследованном объекте начали действовать относительно недавно (примерно с 2004–2011 гг.), поэтому окончательную оценку успешности климативов можно будет дать в период достижения культурами возраста спелости. Именно в этом возрасте наблюдается заметное поражение древостоев корневой губкой на примыкающих участках со схожими лесорастительными условиями.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования географических культур сосны III класса возраста, расположенных на территории Авсюнинского участкового лесничества, их санитарное состояние оценивается как ослабленное. Доля текущего отпада превышена по сравнению с нормальными значениями для древостоев этого возраста и Ia класса бонитета, что свидетельствует о протекании в культурах патологического процесса. В ходе работ выявлен комплекс из 12 видов грибов, развивающихся на сосне. Гибель деревьев вызвана, главным образом, поражением их корневой губкой.

Установлены различия в санитарном и фитопатологическом состоянии разных климативов. Неудовлетворительным состоянием характери-

зуются культуры происхождением из Костромской, Самарской и Новосибирской областей России и Тернопольской области Украины. Самыми успешными признаны климатипы из Литвы, Рязанской, Смоленской, Брянской областей и Удмуртии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Азовская Н. О., Ярмолевич В. А., Баранов О. Ю. *Sphaeropsis sapinea* как основной возбудитель усыхания побегов *Pinus sylvestris* L. в Беларуси // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Материалы IX Междунар. конф., Минск, 19–24 окт. 2015 г. Минск: БГТУ, 2015. С. 17–20.
- Бондарцев А. С. Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1953. 1106 с.
- Варенцова Е. Ю., Николаева М. А. Фитопатологическое состояние сосны и ели в географических культурах, заложенных в Ленинградской области // X чтения памяти О. А. Катаева: Материалы Междунар. конф., Санкт-Петербург, 22–25 окт. 2018 г. СПб.: СПбГЛТУ им. С. М. Кирова, 2018. Т. 2. С. 13–14.
- Ведерников Н. М., Яковлев В. Г. Защита хвойных сеянцев от болезней. М.: Лесн. пром-сть, 1972. 89 с.
- Воронцов А. И., Мозолевская Е. Г., Соколова Э. С. Технология защиты леса. М.: Экология, 1991. 304 с.
- Гродницкая И. Д., Кузнецова Г. В. Заболевания *Pinus sylvestris* L. и *Pinus sibirica* Du Roi в географических культурах и лесных питомниках Красноярского края и Хакасии // Хвойные бореал. зоны. 2012. Т. 27. № 3–4. С. 55–60.
- Жуков А. М., Гниненко Ю. И., Жуков П. Д. Опасные малоизученные болезни хвойных пород в лесах России. Изд. 2-е, испр. и доп. Пушкино: ВНИИЛМ, 2013. 128 с.
- Крутов В. И., Минкевич И. И. Грибные болезни древесных пород. Петрозаводск: Карел. НЦ РАН, 2002. 195 с.
- Крюденер А. А. Основы классификации типов насаждений. Пб.: Тип. Гл. упр. уделов, 1917. 318 с.
- Кузьмина Н. А., Кузьмин С. Р. Селекция сосны обыкновенной по устойчивости к грибным патогенам в географических культурах // Хвойные бореал. зоны, 2009. Т. 26. № 1. С. 76–81.
- Ладейщикова Е. И. Устойчивость хвойных пород и перспективы селекции сосны // Корневая губка. Поиск эффективных мер защиты хвойных насаждений от болезни. Харьков: Прапор, 1974. С. 15–22.
- Мельник П. Г. Результат выращивания белорусских климатипов сосны в условиях Восточного Подмосквья // Лесн. хоз-во: Материалы докл. 84 науч.-техн. конф. с междунар. участ., посв. 90-летию юбилею БГТУ и Дню белорусской науки, Минск, 03–14 февраля 2020 г. Минск: БГТУ, 2020. С. 115–116.
- Мельник П. Г., Мерзленко М. Д. Результат выращивания климатипов сосны в географических культурах Северо-Восточного Подмосквья // Лесотех. журн. 2014. № 4. С. 36–42.
- Мерзленко М. Д., Мельник П. Г. Итог тридцати вегетаций в географических культурах ели Сергиево-Посадского опытного лесхоза // Науч. тр. МГУЛ. Вып. 274. М.: МГУЛ, 1995. С. 64–77.
- Мерзленко М. Д., Глазунов Ю. Б., Мельник П. Г. Результаты выращивания провениенций сосны обыкновенной в географических посадках Серебряноборского опытного лесничества // Лесоведение. 2017. № 3. С. 176–182.
- Методы мониторинга вредителей и болезней леса: Справочник (Болезни и вредители в лесах России. Т. III.) / Под общ. ред. В. К. Тузова. М.: ВНИИЛМ, 2004. 200 с.
- Мозолевская Е. Г., Катаев О. А., Соколова Э. С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 152 с.
- Наквасина Е. Н., Бедрицкая Т. В., Гвоздихина О. А. Селекционная оценка климатипов сосны обыкновенной в географических культурах Архангельской области // ИВУЗ. Лесн. журн. 2001. № 3. С. 27–35.
- Негруцкий С. Ф. Корневая губка. М.: Агропромиздат, 1973. 199 с.
- Огиевский В. Д. Избранные труды. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 356 с.
- Павлов И. Н., Корхонен К., Губарев П. В., Черепнин В. Л., Барабанова О. А., Миронов А. Г., Агеев А. А. Закономерности образования очагов *Heterobasidion annosum* (Fr.) Vref. s. str. в географических культурах сосны обыкновенной (Минусинская котловина) // Хвойные бореал. зоны, 2008. Т. 25. № 1–2. С. 28–36.
- Паспорт географических культур сосны обыкновенной Авсюнинского участкового лесничества Орехово-Зуевского лесничества Московской области. Красногорск: Комитет лесн. хоз-ва Моск. обл., 2018. 2 с.
- Пашенова Н. В., Полякова Г. Г., Афанасова Е. Н. Изучение грибов синевы древесины в хвойных лесах Центральной Сибири // Хвойные бореал. зоны. 2009. Т. 26. № 1. С. 22–27.
- Перечень лесорастительных зон Российской Федерации и Перечень лесных районов Российской Федерации. Утв. Приказом Минприроды России от 18.08.2014 № 367 (ред. от 02.08.2023). М.: Минприроды РФ, 2014.
- Писаренко А. И., Редько Г. И., Мерзленко М. Д. Искусственные леса. М.: ВНИИЦлесресурс, 1992. Ч. 2. 240 с.
- Правила санитарной безопасности в лесах. Утв. Пост. Правительства РФ от 09.12.2020 г. № 2047. М.: Правительство РФ, 2020.
- Ратнунович Е. С., Якимов Н. И. Устойчивость географических культур сосны обыкновенной к корневой губке // Тр. БГТУ. Сер. 1. Лесн. хоз-во. 1996. № 4. С. 32–37.
- Синадский Ю. В. Сосна. Ее вредители и болезни. М.: Наука, 1983. 344 с.
- Соколова Э. С., Галасьева Т. В. Инфекционные болезни древесных растений: Учеб. пособ. М.: МГУЛ, 2008. 87 с.
- Стороженко В. Г., Крутов В. И., Руоколайнен А. В., Коткова В. М., Бондарцева М. А. Атлас-определитель дореворазрушающих грибов лесов Русской равнины. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2014. 195 с.
- Тимофеев В. П. Географические культуры как метод улучшения видового и формового состава лесов в Московской области // Разв. лесн. хоз-ва. М.: Лесн. пром-сть, 1978. С. 33–36.
- Фомин Е. А., Сидор А. И., Верас С. Н. Динамика сохранности климатипов сосны обыкновенной в географических культурах // Тр. БГТУ. Лесн. хоз-во. 2013. № 1. С. 191–195.

- Шишкина А. А., Колганихина Г. Б. Фитопатологическая оценка успешности географических культур сосны обыкновенной в Серебряноборском опытном лесничестве // Тр. СПб НИИЛХ. 2016. № 3. С. 22–38.
- Barzdajn W., Kowalkowski W., Chmura D. J. Variation in growth and survival among European provenances of *Pinus sylvestris* in a 30-year-old experiment // Dendrobiology. 2016. V. 75. P. 67–77.
- Brodde L., Adamson K., Camarero J. J., Castaño C., Drenkhan R., Lehtijärvi A., Luchi N., Migliorini D., Sánchez-Miranda Moreno A., Stenlid J., Özdağ Ş., Oliva J. Diplodia tip blight on its way to the north: Drivers of disease emergence in northern Europe // Front. Plant Sci. 2019. V. 9. Article 1818. 12 p.
- Davydenko K., Vasaitis R., Menkis A. Fungi associated with *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae) in Ukraine with a special emphasis on pathogenicity of ophiostomatoid species // Europ. J. Entomol. 2017. V. 114. Iss. 1. P. 77–85.
- Dietrichson J. Provenance and resistance to *Scleroderris lagerbergii* Gremmen. (*Crumenula abietina* Lagerb.). The international Scots pine provenance experiment of 1938 at Matrand // Meld. Norske Skogsorsøksvesen. 1968. V. 25. P. 395–410.
- Hemingway R. W., McGraw G. W., Barras S. J. Polyphenols in *Ceratocystis minor* infected *Pinus taeda*: fungal metabolites, phloem and xylem phenols // Agr. Food Chem. 1977. V. 25. Iss. 4. P. 717–723.
- Jansons A., Baumanis I. Growth dynamics of Scots pine geographical provenances in Latvia // Balt. For. 2005. V. 11. N. 2 (21). P. 29–37.
- Karlman M. Damage to *Pinus contorta* in northern Sweden with special emphasis on pathogens // Stud. For. Suec. 1986. N. 176. 42 p.
- Pastirčáková K., Adamčíková K., Pastirčák M., Zach P., Galko J., Kováč M., Laco J. Two blue-stain fungi colonizing Scots pine (*Pinus sylvestris*) trees infested by bark beetles in Slovakia, Central Europe // Biologia. 2018. V. 73. Iss. 11. P. 1053–1066.
- Sinclair W. A., Lyon H. H. Diseases of trees and shrubs. Comstock Publ. Ass., a div. Cornell Univ. Press, 2005. 660 p.
- Szeligowski H., Buraczyk W., Konecka A., Studnicki M., Drozdowski S. A multi-trait assessment of selected provenances of Scots pine following 50 years of growth on a provenance experiment in Central Poland, in the light of climate change // Europ. J. For. Res. 2023. V. 142. Iss. 1–2. P. 509–520.
- Zhelev P., Lust N. Provenance study of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Belgium. I. Evaluation of phenotypical traits // Silva Gandavensis. 1999. V. 64. P. 24–36.

## CONDITION AND FUNGAL DISEASES OF SCOTS PINE PROVENANCE TRIALS

A. A. Shishkina, N. N. Karpun

Saint-Petersburg State Forest Engineering University  
Institutskiy pereulok, 5, Saint-Petersburg, 194021 Russian Federation

E-mail: frbg@mail.ru, nkolem@mail.ru

The experience of creating and studying Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) provenances shows that there is a connection between the success of growing trees and their geographical origin. Some of them are capable of surpassing local ones in terms of productivity, yield and other features. To select successful climatypes, it is important consider their sustainability to various unfavorable environmental factors, including fungal diseases. The most dangerous pine disease is annosum root rot (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). The studies were carried out in Scots pine provenance trials of the Orekhovo-Zuevsky forestry district (east part of Moscow region) in the period from 2016 to 2023. The current health and phytopathological state of 38 climatypes, as well as adjacent pine stands of local origin, have been assessed. A complex of 12 species of fungi associated with pine have been identified. *H. annosum* causes the greatest damage. Numerous pockets of dead trees associated with the development of this pathogen have been identified in the areas. The proportion of dieback trees in different origin pine stands is not the same: 22 climatypes are superior to forest stands of local origin. Most climatypes from the northwestern and western regions relative to the control (Lithuania, Estonia, Brest region of Belarus), as well as some from neighboring regions (Smolensk, Bryansk, Ryazan regions) are more successful. Almost all unfavorable climatypes originate from regions located east of the test plot (Kostroma, Samara, Sverdlovsk, Novosibirsk regions). Pine stands originated from Udmurtia, Bashkortostan, Omsk region and Yakutia are characterized by a successful state, despite their origin from the regions, very remote from the trial location.

**Keywords:** climatypes, success of climatypes, forest diseases, annosum root rot, *Heterobasidion annosum*, root rot disease centre.

**How to cite:** Shishkina A. A., Karpun N. N. Condition and fungal diseases of Scots pine provenance trials // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2024. N. 5. P. 112–122 (in Russian with English abstract and references).