

УДК 630\*44

## СЕЛЕКЦИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ГРИБНЫМ ПАТОГЕНАМ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ

Н.А. Кузьмина, С.Р. Кузьмин

Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН  
660036 Красноярск, Академгородок, 50; e-mail: [kuz@ksc.krasn.ru](mailto:kuz@ksc.krasn.ru)

Представлены результаты исследований устойчивости к патогенам 84 климатипов сосны обыкновенной, произрастающих в географических культурах. Показано развитие болезней, вызванных обычным и снежным шютте, ценангевым некрозом и грибами-ржавчинниками. Выявлено, что при испытании одних и тех же климатипов на разных экологических фонах проявляется неодинаковая сопротивляемость к патогенам. На бедных сухих почвах географические культуры сосны подвержены обычному и снежному шютте, ценангевому некрозу, а на более богатых и влажных почвах выявлены грибы-ржавчинники

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, географические культуры, устойчивость, патогены, снежное шютте, ценангевый некроз, ржавчинники

Results of studying resistance of 84 Scots pine climatypes, growing in provenance trial., to pathogens have been shown. Dynamics of diseases caused by pathogens schutte, cenangium necrosis, rust fungi has been shown. It was revealed that dissimilar resistance to pathogens is shown at testing one and the same climatypes on different ecological background. Scots pine in provenance trial is subjected to common shutte, cenangium necrosis on poor dry soils, but it is subjected to rusts on the more rich and moist soils.

**Key words:** Scots pine, provenance trial, resistance, pathogens, snow blight, cenangium dieback, rusts

### ВВЕДЕНИЕ

Одним из эффективных методов селекции сосны на устойчивость к патогенам является метод прямого отбора отдельных форм, индивидов и популяций, не подвергающихся заболеванию. В этой связи удобным объектом являются географические культуры, представляющие собой одновозрастное потомство разного происхождения и выращиваемое на однородном экологическом фоне. Устойчивость географических культур к грибным болезням характеризует их выживаемость, этот показатель является одним из важных, на основании которого судят о целесообразности использования сосны инорайонного происхождения в лесном хозяйстве региона.

В экспериментах сосна очень сильно различается по восприимчивости к патогенам (Ромедер, 1962; Martinsson, 1979; Пихельгас, 1982; Проказин, 1983; Крутов, 1989; Ирошников, 2001). Высокую устойчивость к шютте (*Lophodermium pinastri* Chev. и *Phacidium infestans* Karst.) часто отмечают у потомства сосны северного, низкую – у потомства южного и юго-восточного происхождения. Грибы-ржавчинники (*Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint. и *Peridermium pini* (Pers.) Lew. et Kleb.) являются наиболее опасными представителями рода *Cronartium*, вызывающими заболевание ветвей и стволов различных видов сосны, называемое пузырчатой «ржавчиной» или «раком-серянкой». Анализ генетической изменчивости, подтверждает, что эти ржавчинники относятся к одному виду (Hantula, 2002). Ареал данного вида патогена

совпадает с ареалом сосны обыкновенной. Широко распространен этот патоген в Финляндии и Швеции (Cervinkova, 1978; Karlman, 1986). В России этот патоген хорошо изучен на Дальнем Востоке (Азбукина, 1974, 2001). Самое северное местонахождение патогена выявлено в Мурманской области, на границе лесной зоны и лесотундры, повсеместно встречается в северной и средней подзонах тайги (Крутов, 1972, 1979, 1989). В опытах, проведенных в Западной Европе и в России, выявлена разная устойчивость сосны к грибам – ржавчинникам, отмечается, что восприимчивость к поражению сосны «пузырчатой ржавчиной» наследуется.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являются географические культуры сосны обыкновенной, созданные в 1976 году на дерново-подзолистой песчаной и темно-серой лесной суглинистой почвах в Богучанском лесхозе Красноярского края. В географических культурах испытываются 84 климатических экотипа сосны обыкновенной (далее в тексте их называем климатипами), место происхождений которых находится от Скандинавского п-ва до Охотского моря. В эксперименте климатипы представляют четыре подвида (географические расы) сосны обыкновенной (Правдин, 1964): сосну северную, или лапландскую (*P. sylvestris* subsp. *lapponica* Fries); сосну обыкновенную лесную (*P. sylvestris* subsp. *sylvestris* L.); сосну сибирскую (*P. sylvestris* subsp. *sibirica* Ledeb.); сосну кулундинскую, или степную (*P. sylvestris* subsp. *kulundensis* Sukaczew). Рост деревьев в высоту и по диаметру у климатипов различается в пределах экспериментального участка и значительно отличается между участками.

\*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ № 07-04-00292 и РФФИ-Бел. № 08-04-90001.

Средняя высота деревьев у климатипов сосны в возрасте 30 лет на песчаной почве варьирует от 2,9 до 6,6 м, на суглинистой - от 8,1 до 12,8 м. Средний диаметр колеблется: на песчаной почве от 2,9 до 8 см, на темно-серой лесной - от 8,1 до 18,7 см.

В течение 30 летнего периода роста географические культуры перенесли заболевания, вызванные разными патогенами. На песчаной почве географические культуры сосны повреждались обычновенным и снежным шютте, ценангевым некрозом. На темно-серой лесной суглинистой почве у некоторых климатипов сосны отмечается в настоящее время поражение грибами ржавчинниками. Идентификация заболеваний проведена специалистами фитопатологами Института леса им В.Н Сукачева Г.Н. Лебковой и И.С. Коссинской. В период развития каждого заболевания оценка жизненного состояния деревьев проводилась методом глазомерного учета степени повреждений почек, хвои, побегов, стволов у всех деревьев. Например, поврежденные деревья ценангевым некрозом дифференцировались на три группы. К первой группе относились деревья со слабым повреждением хвои в кроне, которое выражалось пожелтением и покраснением до 30% хвои. Деревья второй группы характеризовались повреждением средней степени, покраснение наблюдалось у 50% хвои в кроне. У третьей группы деревьев сильным повреждением элиминация хвои достигала 90 %. У деревьев этой группы в последующие два года после окончания болезни отсутствовал прирост верхушечного и боковых побегов верхних мутовок. Небольшая часть

таких деревьев поддерживала свое жизненное состояние за счет нижних мутовок с зеленой, здоровой хвоей.

Цель данной работы – обобщить результаты исследований восприимчивости сосны обыкновенной в географических культурах к патогенам для объективной селекции перспективных климатипов с целью использования их в качестве сортов-популяций в регионе при плантационном лесоразведении.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Первое заболевание было вызвано обычновенным шютте (*Lophodermium pinastri* Chev. в стадии *Leptestromta pinastri* Desm.) в двухлетнем возрасте на питомнике. У сеянцев отмечалось вначале покраснение хвои, затем происходила их элиминация. Интенсивность элиминации в географических посевах варьировала от 1 до 38 %, у сеянцев контрольного варианта (богучанский климатип) составляла 4 %. На второй год развития болезни отпад сеянцев усилился и достигал 20 % у контроля и 42 % у потомства, место происхождение которых было значительно отдалено от пункта испытания в западном и юго-западном направлениях. В основном к этой группе относились потомства сосны из центральных районов России (Московская, Владимирская, Тамбовская области), Урала и Поволжья (Саратовская и Свердловская области, Татарстан, Удмуртия, Башкортостан). Наибольшая элиминация сеянцев (до 85 %), наблюдалась у западных и южных потомств сосны (Гомельская, Ровенская, Киевская и Сумская области) (рис.1).

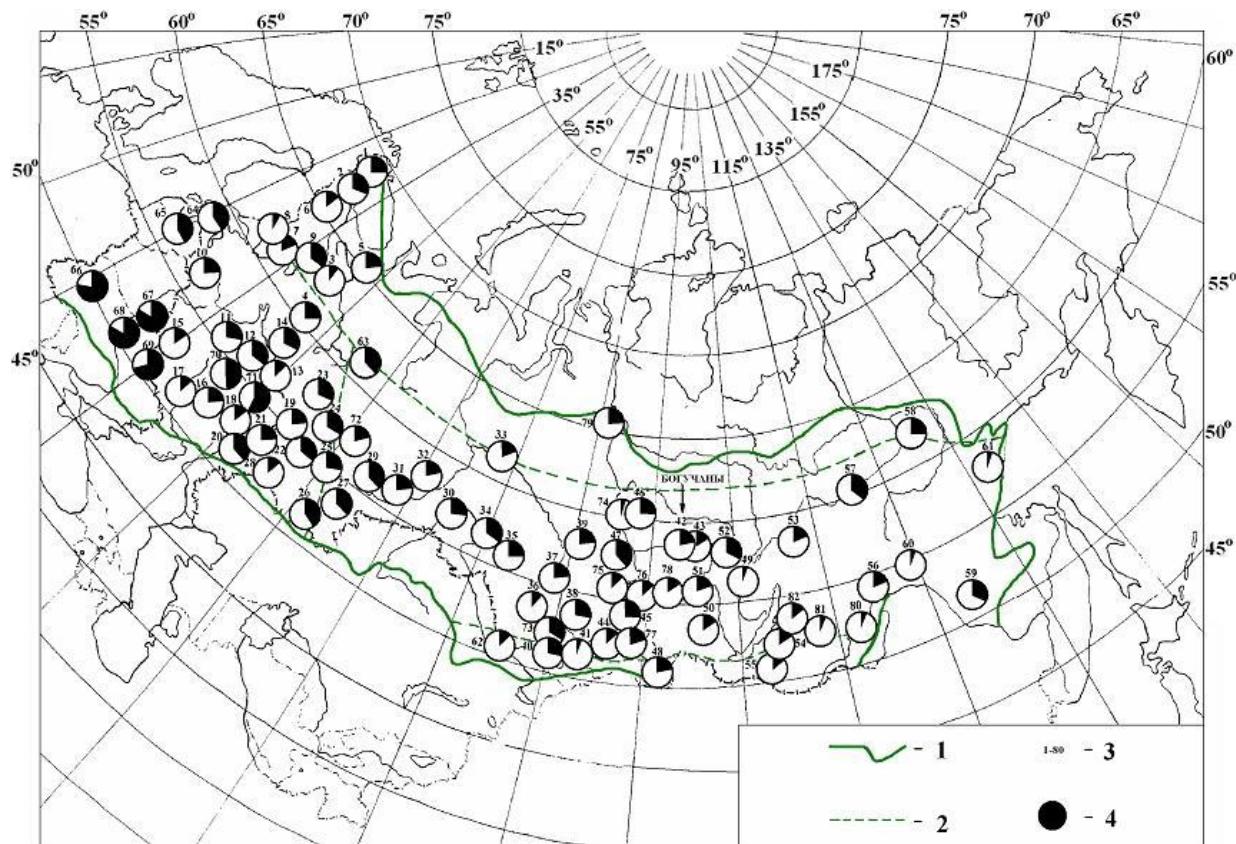


Рисунок 1 – Устойчивость климатипов сосны обыкновенной к обычновенному шютте (*Lophodermium pinastri* Chev.) в географических культурах. 1 – граница ареала сосны, 2 – граница подвидов, 3 – № климатипов, 4 – доля погибших сеянцев на питомнике

Второе сильное повреждение географических культур сосны было вызвано снежным шютте (*Phacidium infestans* Karst.) и наблюдалось в возрасте восьми лет на участке с песчаной почвой. В это время культуры на песчаной почве существенно уступали в росте культурам на темно-серой лесной почве. Пределы колебания средней высоты 8 летних потомств разных климатипов на песчаной почве составляли 28–70 см, на темно-серой лесной – 49–95 см. Характер повреждений снежным шютте был различным. У сильно поврежденных деревьев наблюдалось засыхание верхушечной почки, и элиминация более 50 % хвои в кроне. У деревьев со средней тяжестью повреждений элиминация хвои варьировала от 20 до 40 %. У слабо поврежденных деревьев элиминация хвои не превышала 20 %.

Наблюдения за динамикой заболевания снежным шютте показали, что степень и доля поврежденных деревьев в культурах зависит от географического происхождения сосны. Повреждение, охва-

тившее от 50 до 100 % деревьев в блоке, наблюдалось в основном у климатипов из центральных (Московская, Владимирская, Горьковская, Костромская, Брянская, Тамбовская, Воронежская, Пензенская, Рязанская области), западных районов ареала сосны (Латвия, Ровенская, Псковская, Гомельская области), южных (Сумская, Киевская, области), а также Казахстана (Семипалатинская область) и некоторых южных и лесостепных районов Сибири (Омская, Новосибирская области, Алтайский край, юг Красноярского края). Большая часть деревьев у этих климатипов характеризовалась сильным повреждением, выразившимся в элиминации верхушечной почки и более 60 % хвои в кроне. Устойчивыми к снежному шютте оказались в основном климатипы сосны Сибири и три климатипа с европейского севера. Более 80 % здоровых деревьев отмечено у потомств сосны Красноярского края, Якутии, Иркутской и Читинской областей, а также Мурманской области и Коми (рис. 2).

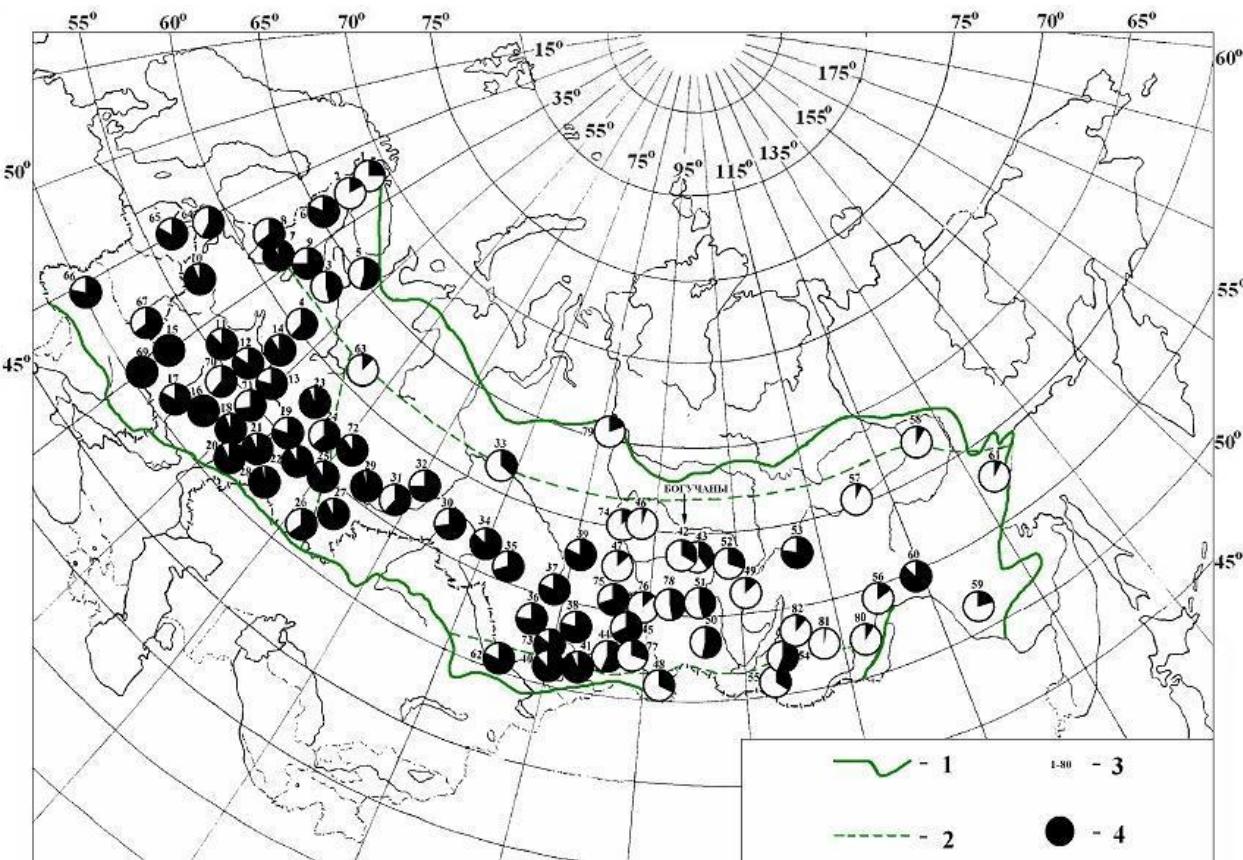


Рисунок 2 – Устойчивость климатипов сосны обыкновенной к снежному шютте (*Phacidium infestans* Karst.). 1 – граница ареала сосны, 2 – граница подвидов, 3 – № климатипов, 4 – доля поврежденных деревьев в древостое климатипа

Заболевание географических культур сосны снежным шютте сказалось на их сохранности и росте. В связи с элиминацией более 50 % хвои и усыханием верхушечных почек центрального и боковых побегов у деревьев сосны не толерантных климатипов происходило замещение центрального побега за счет живого побега нижней мутовки. В дальнейшем растение приобретало кустистую форму. Такая форма ствола наблюдается на участке с песчаной почвой у потомства сосны подвидов «со-

сна обыкновенная» из европейской части России и «сосна кулундинская» из ленточных и степных боров Казахстана и Южной Сибири.

В географических культурах, произрастающих на песчаной почве, в 23–25 летнем возрасте было зафиксировано повреждения хвои, вызванные ценангием некрозом *Cenangium abietis* (Pers) Rehm.. Отмечалось пожелтение и покраснение хвои молодых побегов деревьев сосны. Средние таксационные характеристики в этом возрасте у клима-

типов на участке варьировали: высота от 2,7 до 6,5 м, диаметр от 2,2 до 7,9 см. Проведенная дифференцировка деревьев сосны обыкновенной по степени поврежденности хвои выявила климатипы с различной устойчивостью к патогену. Лучшей устойчивостью отличались климатипы из районов европейского севера (Карелия, Мурманская и Архангельская области) и Сибири (Красноярский край, Иркутская и Читинская области, республика Саха). От 50 до 90 % деревьев этих климатипов имели здоровую или слабо поврежденную хвою. К менее устойчивым климатипам, с сильной и сред-

ней степенью повреждения хвои, относились потомства сосны из Прибалтики, центральных районов России, ряда районов Поволжья и Урала, а также из южных районов Сибири. Доля пораженных деревьев, с сильной и средней степенью повреждения хвои, варьировала у них от 50 до 80 %.

Самая низкая устойчивость отмечается у потомства сосны из Пензенской, Воронежской, Сумской, Оренбургской, Владимирской областей. У этой группы климатипов выявлен массовый характер (80-100 % деревьев) повреждений хвои сильной и средней степени (рис. 3).

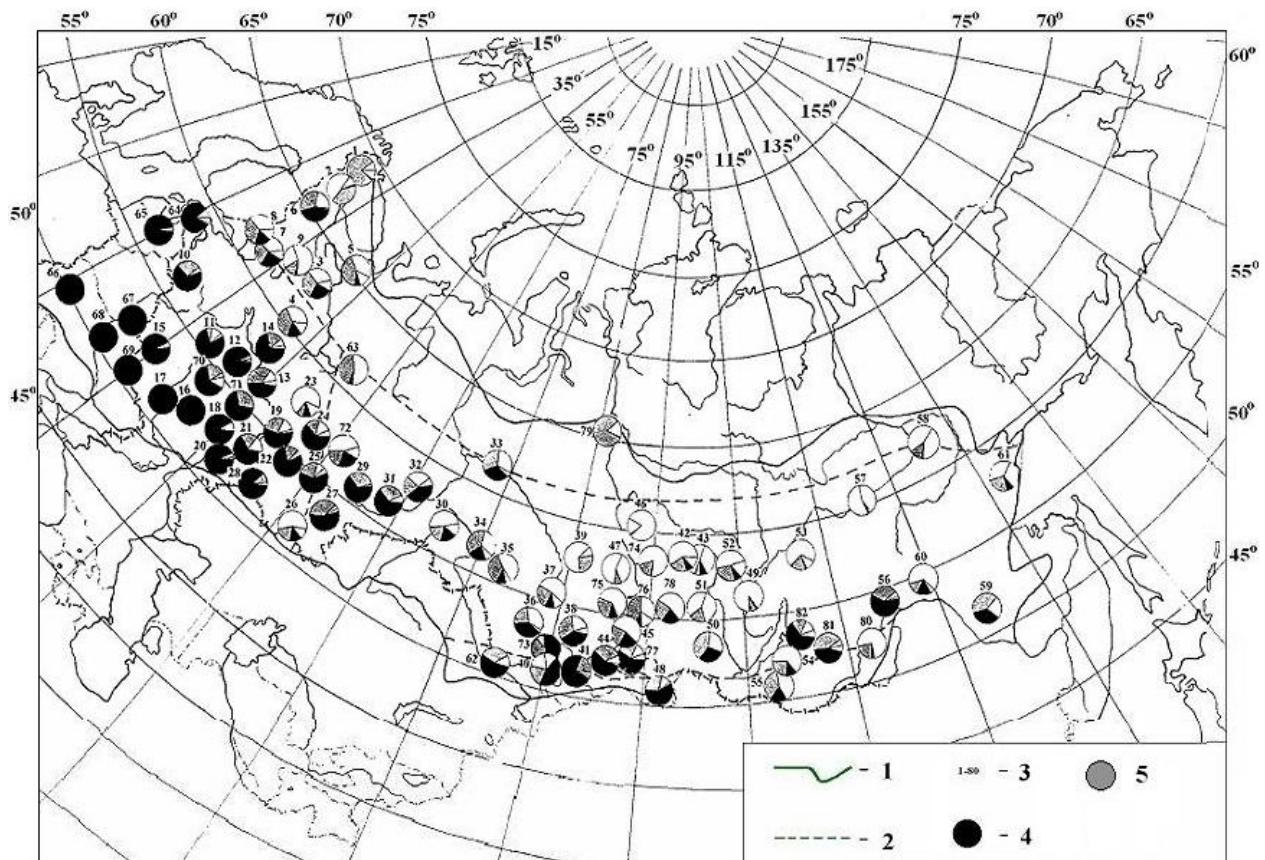


Рисунок 3 – Повреждение климатипов сосны обыкновенной в географических культурах ценангиевым некрозом (*Cenangium abietis* (Pers.) Pehm.). 1 – граница ареала сосны, 2 – граница подвидов, 3 – № климатипов. Доля поврежденных деревьев: 4 – с сильной степенью, 5 – со средней степенью

Таким образом, наиболее высокая резистентность к ценангиевому некрозу отмечалась у потомства сосны обыкновенной подвидов «северная лапландская» и «сибирская» южно-таежной подзоны. Низкая устойчивость к патогену отмечалась у потомства сосны подвидов – «кулундинской», «обыкновенной» и «сибирской» из южных районов Сибири. Так как исследуемые 84 климатипа сосны обыкновенной находятся в одинаковых климатических и экологических условиях, то можно сделать вывод, что наблюдаемая дифференциация сосны по устойчивости к патогенам обусловлена генетическими особенностями, эволюционно закрепленными в потомстве в местах их происхождения.

В географических культурах, созданных на участке с темно-серой лесной почвой, отмечаются повреждения, вызванные грибами-ржавчинниками

(*Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint и *Peridermium pini* (Pers.) Lew. et Kleb.). На стволах деревьев некоторых климатипов имеются язвы. Локализация язв чаще встречается на высоте 0,5-1,0 м от поверхности почвы, реже их локализация достигает 1,5-2,0 м. Поражаются этим патогеном деревья различного роста и развития. В культурах наблюдается четкое различие в резистентности разных климатипов сосны обыкновенной к смоляному раку. Максимальное поражение деревьев этим патогеном у климатипов сосны в географических культурах составляет 10 %, минимальное – 0,21 % (рис. 4). У контрольного климатипа (Богучанское лесничество Красноярского края) число поврежденных деревьев не превышает 1,0 %. К климатипам с максимальной долей пораженных деревьев (от 4 до 10 %) относятся потомства сосны из степных, лесостепных рай-

олов европейской части России, юга Урала, Казахстана и юга Сибири (челнавский, бузулукский, дюртюлинский, курганский, долонский, кяхтин-

ский, ракитовский, минусинский). Меньшая встречаемость пораженных деревьев (1-4 %) отмечается у климатипов из южно-таежной подзоны.

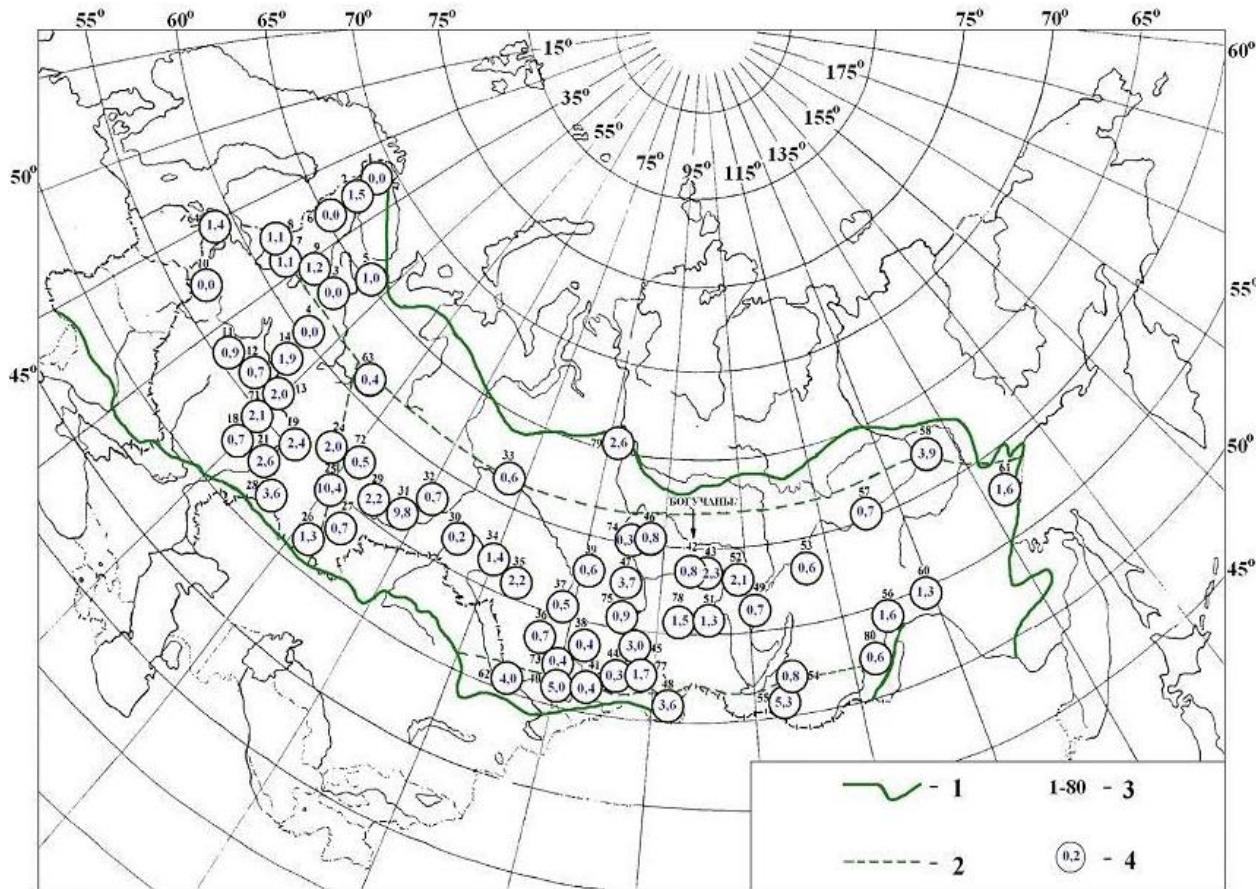


Рисунок 4 – Повреждение грибами-ржавчинниками климатипов сосны обыкновенной в географических культурах: 1 – граница ареала сосны, 2 – граница подвидов, 3 – № климатипов, 4 – доля (%) поврежденных деревьев

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты оценки устойчивости 84 климатипов сосны обыкновенной к грибным заболеваниям в пределах разных экспериментальных участков показывают генетическую неоднородность вида, обосновленную влиянием эколого-климатических факторов мест происхождения. На разных экологических фонах в географических культурах, у одних и тех же климатипов сосны обыкновенной, проявляется неодинаковая устойчивость к патогенам. На бедных сухих почвах (тип леса сосновик толокнянковый, песчаная почва) географические культуры сосны подвержены обыкновенному и снежному шнотте, ценангевому некрозу, на более богатых и влажных почвах (темно-серая лесная, тип леса сосновик разнотравный) выявлены грибы-ржавчинники возбудители смоляного рака.

Известно, что в естественных сосновниках фацидиоз встречается на северной границе леса, северная подзона тайги имеет благоприятные условия для развития и распространения патогенов. Негативное действие их усиливается с повышением широты местности, по мере ухудшения почвенно-климатических условий и усиливается

значительной продолжительностью зимнего периода с устойчивым снежным покровом. В географических культурах Приангарья у северных климатипов сосны обыкновенной: подвидов «северная лапландская» и «сибирская» южно-таежной подзоны выявлена более высокая устойчивость к патогенам. Можно предположить, что у потомства сосны этих популяций выработалась сопротивляемость к патогенам. У климатипов сосны из западных, центральных и южных районов ареала, (подвидов «кулундинская» и «обыкновенная») в местах их происхождения не сформировалась резистентность к грибным болезням, поэтому в пункте испытания они являются уязвимыми к ним.

Оценка устойчивости географических культур к грибным болезням характеризует выживаемость растений, этот показатель является одним из важных, на основании которого судят о целесообразности использования климатипа в плантационном лесоразведении. Поэтому, при отборе на стволовую продуктивность перспективных климатипов, тестируемых в данном эксперименте и рекомендуемых в сорта-популяции, строго учитывались результаты данного анализа.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Азбукина, З.М. Распространение и значение ржавчинных грибов в лесных экосистемах российского Дальнего Востока / З.М. Азбукина // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – С. 186-188.
- Азбукина, З.М. Ржавчинные грибы Дальнего Востока / З.М. Азбукина. – М., 1974. – 527 с.
- Ирошников, А.И. Дифференцированное поражение грибами-ржавчинниками потомства локальных популяций сосны обыкновенной в географических культурах / А.И. Ирошников // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – С. 219-221.
- Крутов, В.И. Грибные болезни хвойных пород в искусственных ценозах таежной зоны Европейского севера СССР / В.И. Крутов. – Петрозаводск, 1989. – 206 с.
- Крутов, В.И. О паразитной микофлоре искусственных фитоценозов сосны на вырубках Карельской АССР и Мурманской области / В.И. Крутов // Микология и фитопатология. – 1979. – Т. 13. - Вып. 4. – С. 342-349.
- Крутов, В.И. Пузырчатая ржавчина – болезнь сосновых молодняков на вырубках Севера / В.И. Крутов // Науч. конф. биологов Карелии, посвящ. 50-летию образования СССР: Тез. докл. – Петрозаводск, 1972. – С. 127-128.
- Пихельгас, Э.И. Географические опытные культуры сосны обыкновенной в Эстонской ССР / Э.И. Пихельгас // Географические опыты в лесной селекции Прибалтики. – Рига: Зинатне, 1982. – С. 73-81.
- Правдин, Л.Ф. Сосна обыкновенная / Л.Ф. Правдин. – М.: Наука, 1964. – 190 с.
- Проказин, А.Е. Происхождение сеянцев сосны обыкновенной и устойчивость их к шютте / А.Е. Проказин, Б.Н. Куракин // Лесн. Хоз.-во. – 1983. – № 2. – С. 51-53.
- Ромедер, Э. Генетика и селекция лесных пород / Э. Ромедер, Г. Шенбах. – М., 1962. – 267 с.
- Cervinkova, H. Choroby lesnich drevin ve Finsku / H. Cervinkova // Lesnictvi. – 1978. – 24, № 11. – Р. 1007-1011.
- Hantula, J. Analyses of genetic variation suggest that pine rusts *Cronartium flaccidum* and *Peridermium pini* belong to the same species / J. Hantula [et al.] // Mycological Research. – 2002. – V. 106. – P. 203-209.
- Karlman, M. Damage to *Pinus contorta* in northern Sweden with special emphasis on pathogens / M. Karlman // Studia Forestalia Suecica. – 1986. – №. 176. – 42 pp.
- Martinsson, O. Testing Scots Pine for resistance to *Lophodermium* Needle Cast. / O. Martinsson // Studia Forestalia Suecica. – 1979. – №. 150. – 63 pp.

Поступила в редакцию 18 февраля 2009 г.  
Принята к печати 13 марта 2009 г.