

ОТБОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ КЛИМАТИПОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ В КРАСНОЯРСКОМ ПРИАНГАРЬЕ

Н.А. Кузьмина, С.Р. Кузьмин

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН
660036 Красноярск, Академгородок, 50, стр. 28; e-mail: institute@forest.akadem.ru

Приводятся многолетние результаты исследований роста, сохранности и устойчивости сосны обыкновенной к грибным патогенам в географических культурах на разных почвах. Выявлены лучшие климатипы по стволовой продуктивности и сделаны предложения по уточнению лесосеменного районирования сосны обыкновенной в регионе.

Ключевые слова: географические культуры, сосна обыкновенная, климатип, сохранность, стволовая продуктивность

Results of long-term research of growth, survival and resistance of Scots pine to fungous pathogens in the provenance trial on different soils are shown. Climatypes with the best stem productivity were revealed and were made suggestions about more precise definition of Scots pine seed zoning in the region.

Key words: provenance trial, Scots pine, climatype, survival, stem productivity

ВВЕДЕНИЕ

Исследования географических культур в разных частях ареала сосны обыкновенной подтверждают, что рост семян сосны и их фенологическое развитие зависят от географического происхождения семян. Многолетние опыты показали, что потомства сосны из семян северных климатипов растут медленнее и накапливают меньшие запасы стволовой и общей массы, но более устойчивы к неблагоприятным климатическим факторам. Насаждения из семян южных климатипов сосны растут и изреживаются быстрее, но менее устойчивы к патогенам, имеют худшую форму ствола (кривоствольность), чем насаждения из местных семян (Правдин, 1968; Тимофеев, 1974; Пихельгас, 1975, 1982; Патлай, 1976; Ирошников, 1977; Мосин, 1980; Исаков и др., 1980; Черепнин 1980, 1999; Поджарова, 1981; Giertych, 1981; Селекция хвойных пород, 1982; Шольц, 1982; Журова, 1984; Щербакова, 1987; Шутяев, 1990; Giertych, Oleksin, 1991; Кузьмина, 1999, 2004; Наквасина, 2001; Чернудов, 2005 и др.). Среди общих закономерностей отмечаются исключения по особенностям роста и устойчивости некоторых климатических экотипов. Поэтому исследователи отмечают, что следует больше полагаться на фактические данные, чем на закономерности, установленные ранее.

Географические культуры, созданные в 70-х годах в 36 пунктах бывшего Советского союза по программе ВНИИЛМ (Изучение имеющихся и создание новых географических культур, 1972) содержат большие генетические коллекции популяций сосны обыкновенной. Результаты исследования этих тестов значительно расширяют информацию о географической изменчивости вида, ее закономерностях, позволяют выявить сорта-популяции и уточнить лесосеменное районирование.

Цель работы – отбор перспективных климатипов по комплексу признаков для плантационного лесовыращивания и уточнение лесосеменного районирования в регионе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований являются географические культуры сосны обыкновенной, созданные в Богучанском лесхозе Красноярского края в 1977 году по программе и методике ВНИИЛМ. Пункт испытания находится в Ангарском южно-таежном районе лиственнично-сосновых лесов. В настоящее время сохранились два участка культур. Первый участок на дерново-подзолистой песчаной почве, второй – темно-серой лесной суглинистой.

В географических культурах испытываются потомства 84 климатипов сосны обыкновенной. Места происхождения климатипов находятся: в долготном направлении от Кольского п-ова до Охотского моря, в широтном – от лесотундры до южной границы ареала (от 50°10' до 69°40' с.ш. и от 26°28' до 138°00' в.д.). Согласно внутривидовой систематике Л.Ф. Правдина (1964), тестируемые потомства климатипов представляют четыре подвида сосны обыкновенной: северную лапландскую, обыкновенную лесную, сибирскую и кулундинскую.

У всех 84 климатипов изучались: динамика роста в высоту и по диаметру, стволовая продуктивность, сохранность, форма ствола. Ежегодно проводились наблюдения за состоянием ассимиляционного аппарата.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Устойчивость к патогенам. Известно, что при отборе лучших климатипов по стволовой продуктивности, необходимо учитывать их устойчивость к патогенам. В географических культурах в Богучанском лесничестве в течение 30-летних наблюдений за ростом сосны обыкновенной, отмечались заболе-

* Работа поддержана РФФИ (№№ 07-04-0292 и 08-04-90001), проект СФУ(1.7.09)

вания, вызванные патогенами: обыкновенное шютте (*Lophodermium pinastri* Chev.), снежное шютте (*Phacidium infestans* Karst.), ценангиевый некроз (*Cenangium abietis* (Pers) Pehm), грибов-ржавчинники – рак-серянка (*Cronatium flaccidum* (Alb. et Schw) Wint, *Peridermium pini* (Pers.) Lew. et Kleb) Кузьмина, Кузьмин, 2007; Kuzmina, Kuzmin, 2008).

Первое заболевание, вызванное обыкновенным шютте, отмечалось в возрасте двух лет на питомнике. Элиминация семян достигла 20 % у контроля и 40 % у потомств, место происхождения которых значительно отдаленно от пункта испытания в западном и юго-западном направлениях. В основном к этой группе относились потомства сосны из центральных районов России, Урала и Поволжья. Наибольшая элиминация семян (до 85 %), отмечалась у западных и южных потомств европейской части России (климатипы из республики Беларусь и Украины).

В возрасте восьми лет на участке с песчаной почвой отмечались повреждения хвои, вызванные снежным шютте. В это время культуры на песчаной почве существенно уступали в росте культурам на темно-серой лесной почве. Пределы колебания средней высоты восьмилетних потомств климатипов на песчаной почве составляли 28–70 см, на суглинистой – 49 – 95 см.

Сильная степень повреждения снежным шютте, охватившая более 50 % деревьев, отмечалась у климатипов сосны из центральных, западных и южных районов европейской части ареала, а также Казахстана и некоторых южных и лесостепных районов Сибири. Устойчивыми к снежному шютте оказались в основном климатипы сосны из средней и южной тайги Сибири и европейского севера. Более 80 % здоровых деревьев отмечено у климатипов сосны Красноярского края, Якутии, Иркутской и Читинской областей, а также у климатипов Мурманской области и республики Коми.

В 23-летнем возрасте культур на песчаном участке было зафиксировано заболевание, вызванное ценангиевым некрозом. Как и в случае заболевания снежным шютте, менее устойчивыми к ценангиевому некрозу оказались климатипы западной части ареала сосны и южных районов Сибири. Отмечался массовый характер повреждений (от 80 до 100 % деревьев). Высокая генетическая устойчивость к ценангиевому некрозу выявлена у потомств сосны обыкновенной подвидов «северная лапландская» и «сибирская» южно-таежной подзоны. Низкая устойчивость к патогену отмечалась у потомств сосны подвидов – «сосна кулундинская», «сосна обыкновенная» и «сосна сибирская» из южных районов Сибири. Исследуемые климатипы сосны обыкновенной тестируются в одинаковых климатических и почвенных условиях, поэтому можно сделать вывод, что наблюдаемая дифференциация сосны по устойчивости к патогенам обусловлена генетическими особенностями, эволюционно закрепленными в потомстве в местах их происхождения. На участке с суглинистой почвой отмечаются повреждения, вызванные раком-серянкой. Локализация

язв чаще наблюдается на полуметровой и метровой (0,5-1,0 м) высоте, реже на высоте-2,0 м. Доля пораженных деревьев у климатипов варьирует от 0,20 до 10 %. У контрольного варианта - не превышает 1 %. Максимальная доля поврежденных деревьев отмечается у климатипов из степных и лесостепных районов Поволжья, юга Урала, Казахстана и юга Сибири (бузулукский, дюртюлинский, курганский, долонский, раковитский, минусинский, кяхтинский и др. климатипы).

Таким образом, в географических культурах у климатипов сосны проявляется разная реакция на патогены.

На бедной песчаной дерново-подзолистой почве сосна в географических культурах подвержена воздействию обыкновенного и снежного шютте, ценангиевого некроза, на более богатой гумусовым горизонтом суглинистой темно-серой лесной – воздействию грибов-ржавчинников. Высокая устойчивость к патогенам выявлена у северных климатипов, подвидов «северная лапландская» и «сибирская» из южно-таежной подзоны Красноярского края, Иркутской, Тюменской, Новосибирской, Кемеровской областей и европейского севера. Очевидно, что у потомств сосны северных популяций выработалась сопротивляемость к патогенам. Климатипы сосны из западных, центральных и южных районов ареала (подвиды «обыкновенная» и «кулундинская») более уязвимы по устойчивости к патогенам в пункте испытания.

Сохранность. Сохранность является одним из важных показателей качества географических культур. Это свойство характеризует адаптивную способность растений различного происхождения и хорошо отражает их реакцию на новые условия среды. Элиминация географических культур сосны обыкновенной наиболее выражена в первые 3-4 года года (Ирошников, 1977; Черепнин, 1980; Наквасина, Бедрицкая, 1999; Кузьмина, 1999; Новикова, 2002; Чернотубов, 2005). В первые годы жизни после посадки трудно выявить зависимость сохранности культур от происхождения, так как на этот показатель влияют разнообразные трудно учитываемые факторы: качество посадки, травяная растительность и др.

В географических культурах Богучанского лесхоза в первые годы после посадки большая элиминация (70-85 %) отмечена у сосны из южных, западных, а также некоторых северных районов европейской части России. Полная элиминация потомства сосны произошла у климатипов, наиболее удаленных в западном направлении, к ним относятся сосна из Прибалтики (яунелгавский), Украины (свесский Сумской области, бориспольский Киевской области, дубровицкий Ровенской области), некоторых потомств из Центральной России и Поволжья (воронежский Воронежской области, камский Татарстана, солотчинский Рязанской области). Стабилизация приживаемости климатипов сосны в географических культурах отмечается со второго десятилетия возраста культур (Кузьмина, 1999).

Результаты изучения географических культур в возрасте 30 лет показали, что сохранность клима-

типов на участке с темно-серой лесной почвой варьирует от 6 до 60 %. Сохранность контрольного варианта (Богучанское лесничество Красноярского края) составляет 46 %. Высокая сохранность, на уровне контроля и более (43-60 %), отмечается у климатипов сосны из южно-таежных и лесостепных районов Красноярского края (проспихинский, абазинский, минусинский, ниже-енисейский, канский), горно-степных территорий Читинской области (могочинский, нерчинский), северных регионов европейской части России (плесецкий Архангельской области, чупинский и сортовальский Карелии) и Урала (тавдинский Свердловской области).

Низкая выживаемость растений (менее 20 %) отмечается у потомств сосны из зоны смешанных лесов, лесостепных и степных территорий центральных областей России (великолуцкий Псковской, челнавский Тамбовской, куrowsкий Московской, городецкий Нижегородской, никольский Пензенской), Поволжья, Урала (дюртюлинский Башкортостана, курганский Курганской), Алтая и Казахстана (ракетовский, чемальский, долонский).

Анализ сохранности географических культур показывает, что определяющим фактором выживаемости и устойчивости потомства сосны разных климатипов является соотношение климатических и лесотипологических условий места происхождения потомств и пункта их испытания. Об этом свидетельствуют литературные данные (Черепнин, 1980, 1999; Наквасина, Бедрицкая, 2001; и др.). Так, по данным В.Л. Черепнина наиболее устойчивым является потомство, местопроисхождение которого характеризуется относительно коротким вегетационным периодом и меньшей суммой эффективных температур, чем в условиях выращивания.

Результаты корреляционного анализа материалов богучанского эксперимента подтверждают эту закономерность. Сохранность деревьев у климатипов отрицательно связана со среднегодовой температурой ($r = -0,37$ при $p < 0,01$), суммой температур $> 5^\circ\text{C}$ ($r = -0,41$ при $p < 0,01$) и вегетационным периодом ($r = -0,44$; $p < 0,01$) района их происхождения (Кузьмин, 2008).

Таким образом, можно отметить, что чем значительнее отличия условий происхождения от условий выращивания, тем меньше показатель сохранности испытываемых климатипов. Но эта тенденция не всегда сохраняется, например, в нашем эксперименте показатели сохранности, близкие к контрольному варианту и даже более высокие, имеют климатипы сосны из отдаленных регионов: тавдинский Свердловской области, плесецкий Архангельской области, сортовальский, чупинский из Карелии. Такие климатипы заслуживают особого внимания и дальнейшего изучения их роста и развития.

В возрасте 33 лет на песчаной почве сохранность деревьев климатипов сосны варьирует от полной элиминации (бориспольский с Украины) до 93 % (печенгский Мурманской обл.). У контрольного варианта (богучанский климатип) сохранность составляет 78 %. Высокая сохранность (более 80 %) отмечается у климатипов из северных регионов европейской части России (печенгского Мурман-

ской обл., пинежского Архангельской обл., чупинского и пряжинского из Карелии), Урала (ревдинского Свердловской обл., курганского Курганской обл.), Сибири (Тарского Омской обл., кыштовского Новосибирской обл.).

Стволовая продуктивность. Анализ динамики роста в высоту за 20 летний период выявил 4 группы климатипов сосны, различающиеся ритмом и интенсивностью роста (Кузьмина, 1999; Кузьмина и др., 2004). Первая группа представлена климатипами сосны со стабильно высоким ростом в высоту относительно контроля или на уровне контроля. К ним относятся климатипы сосны среднепродуктивных (III класс бонитета) насаждений Сибири из южной тайги, лесостепи и горных южных территорий и некоторые климатипы из европейской части страны и Урала. Климатипы второй группы имеют среднюю высоту деревьев в онтогенезе стабильно меньше чем у контроля. В основном эту группу представляет сосна из северной и средней тайги (низкопродуктивные насаждения - IV-V классы бонитета). Третью группу представляют климатипы, отличающиеся высоким темпом роста до 10 летнего возраста, и отстающие по росту в высоту от контрольного варианта в последующие годы. У климатипов четвертой группы отмечалось частое чередование периодов роста с высокой и низкой интенсивностью. В 25-30-летнем возрасте у ряда климатипов сосны отмечается смена рангового положения. Лучшими по росту в высоту являются деревья ряда климатипов сосны первой, третьей и четвертой групп, средняя высота которых соответствует уровню контрольного, а у ряда климатипов превосходит его (Кузьмина, Кузьмин, 2005; Кузьмина, 2005).

Сравнительный анализ линейного роста климатипов сосны на участках с разными почвенными условиями показывает, что на суглинистой почве средняя высота деревьев в 2-4 раза превышает высоту деревьев на участке с песчаной почвой. Средняя высота деревьев контрольного климатипа на песчаной почве составляет – 3,5 м, на суглинистой – 11,7 м. Ранговое положение климатипов по росту в высоту и запасу стволовой продуктивности на песчаной и суглинистой почвах неодинаковое. Например, контрольный вариант на песчаной почве в ранжированном ряду по запасу занимает 47 место, на темно-серой – лесной 21 место. Ниже-енисейский климатип на участке с песчаной почвой занимает 16 место, на темно-серой лесной – 8 место.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате многолетних наблюдений за ростом, сохранностью и устойчивостью к патогенам сосны обыкновенной в географических культурах, выявлены климатипы, превосходящие по стволовой продуктивности контрольный климатип в пределах каждого участка. На дерново-подзолистой песчаной почве группу лучших представляют климатипы: енисейский, северо-енисейский, проспихинский, ниже-енисейский, ачинский Красноярского края, мамский, усть-кутский, катангский, вихоревский,

зиминский Иркутской области, олекминский Якутия, пудожский, сортовальский Карелия, короткеросский Коми, кандалакшский Мурманской, заводковский Тюменской, болотнинский Новосибирской, колпашевский Томской, гурьевский Кемеровской областей.

На темно-серой лесной суглинистой почве лучшими климатипами являются: нижне-енисейский и канский Красноярского края, катангский, усть-кутский, мамский Иркутской области, нерчинский Читинской области, тотемский Вологодской области, чупинский, пудожский, сортовальский Карелия, короткеросский Коми, слободской Кировской области, тавдинский Свердловской области, гурьевский Кемеровской, боровлянский Алтай.

Среди отобранных климатипов только семь – нижне-енисейский Красноярского края, мамский, усть-кутский и катангский Иркутской области, пудожский, сортовальский из Карелии и короткеросский из республики Коми на разных почвах показали высокую устойчивость и стволовую продуктивность. Очевидно, что эти климатипы обладают более широкой нормой генетической реакции на изменение климатических и почвенных условий.

Рекомендации по уточнению лесосеменного районирования (Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР, 1982).

1. В случае хронического отсутствия урожая семян местного происхождения, поставщиками семян для создания плантаций и лесных культур целевого назначения в регионе могут быть следующие лесосеменные районы и предприятия (лесничества): 5, Южнокарельский лесосеменной район, предприятия Пудожское и Сортовальское Карелия; 6, Верхнедвинской (б) предприятие Корткеросское Коми; 49, Приленский (б) предприятие Мамское Иркутской области; 47, Средне-Енисейский (а) предприятие Нижне-Енисейское Красноярского края; 57, Верхне-Ленский (а) предприятие Усть-Кутское Иркутской области; 48, Тунгусский (в) предприятие Катангское (ю) Иркутской области.

2. На основании результатов исследований предлагается присоединить к 56 лесосеменному району следующие районы и подрайоны: 47 – Средне-Енисейский (а, б); 48 – Тунгусский (а, б, в); 57 – Верхне-Ленский (а); 58 – Южно-Ангарский (а, б, в); 55 – Томский (б, г, д).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Изучение имеющихся и создание новых географических культур // Программа и методика работ. М.: ВНИИЛМ. – 1972. – 52 с.
- Ирошников, А.И. Географические культуры хвойных в южной Сибири / А.И. Ирошников // Географические культуры и плантации хвойных в Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1977. – С. 4-110.
- Кузьмин, С.Р. Влияние географического происхождения сосны обыкновенной на морфо-анатомические признаки культур в Приангарье: дис...канд. с-х наук. – 2008. – 166 с.
- Кузьмина, Н.А. Дифференциация сосны обыкновенной по росту и выживаемости в географических культурах Приангарья / Н.А. Кузьмина, С.Р. Кузьмин, Л.И. Милютин // Хвойные бореальной зоны. – 2004. – Выпуск 2. – С. 48 – 56.
- Кузьмина, Н.А. Особенности роста географических культур сосны обыкновенной в Приангарье / Н.А. Кузьмина // Лесоведение. – 1999. – № 4. – С.23-29.
- Кузьмина, Н.А. Оценка стволовой продуктивности сосны обыкновенной на песчаной почве в географических культурах Приангарья / Н.А. Кузьмина // Лесная таксация и лесоустройство. – 2005. – №.2 (35). – С.416-419.
- Кузьмина, Н.А. Таксационные характеристики и выживаемость сосны обыкновенной в географических культурах Приангарья / Н.А. Кузьмина, С.Р. Кузьмин // Лесная таксация и лесоустройство. – 2005. – №1 (34). – С. 56-60.
- Кузьмина, Н.А. Устойчивость сосны обыкновенной разного происхождения к грибным патогенам в географических культурах Приангарья / Н.А. Кузьмина, С.Р. Кузьмин // Хвойные бореальной зоны. – 2007. – Том XXIV, №4-5. – С. 454-460.
- Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР. 1982. Москва. 368 с.
- Мосин, В.И. Влияние происхождения семян на рост сосны в географических культурах Северного Казахстана / В.И. Мосин, Н.С. Сидорова // Защитное лесоразведение и вопросы селекции в Северном Казахстане. Научные труды. – 1980. – Т.2. – С. 88-98.
- Наквасина, Е.Н. Селекционная оценка климатипов сосны обыкновенной в географических культурах Архангельской области / Е.Н. Наквасина, Т.В. Бедрицкая, О.А. Гвоздухина // Лесной журнал. – 2001. – № 3. – С. 28-34.
- Наквасина, Е.Н. Семенные плантации северных экотипов сосны обыкновенной / Е.Н. Наквасина, Т.В. Бедрицкая. – Архангельск: Изд-во Поморского государственного университета, 1999. – 143 с.
- Новикова, Т.Н. Географические культуры и плантации сосны обыкновенной в лесостепных районах Сибири / Дисс. канд. биол. наук: 03.00.05 – Красноярск. – 2002. – 224 с.
- Патлай, И.Н. Рост и устойчивость сосны в географических культурах второго поколения в Тростянецком лесхозе Сумской области / И.Н. Патлай // Лесной журнал. – 1976. – № 5.
- Пихельгас, Э.И. Географические опытные культуры сосны обыкновенной в Эстонской ССР / Э.И. Пихельгас // Географические опыты в лесной селекции Прибалтики. – 1981. – Рига: ЗИНТН. – С.73-81.
- Пихельгас, Э.И. О влиянии географического происхождения семян на рост культур сосны в условиях Эстонской ССР / Э.И. Пихельгас // Материалы совещ. о работе учебно-опытных лесхозов. – Тарту, 1975. – С. 29-49.
- Поджарова, З.С. Изучение факторов, влияющих на рост сеянцев сосны различного географического происхождения / З.С. Поджарова, Е.Г. Орленко // Ботаника. – 1981. – № 23. – С. 159-163.
- Правдин, Л.Ф. Рост сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) разного географического происхождения в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Л.Ф. Правдин, А.Д. Вакуров // В кн.: Сложные боры хвойно-широколиственных лесов и пути ведения лесного хозяйства в лесопарковых условиях Подмосковья. – М.: Наука, 1968. – С. 160-195.
- Правдин, Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция / Л.Ф. Правдин. – М.: Наука, 1964. – 190 с.

- Правдин, Л.Ф. Сосна обыкновенная. М.: Наука, 1964. – 190 с.
- Селекция лесных пород / П.И. Молотков и др. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 224 с.
- Тимофеев, В.П. Старейший опыт географических культур сосны обыкновенной / В.П. Тимофеев // Лесное хозяйство. – 1974. – № 8. – С. 31-38.
- Черепнин, В.Л. Географические культуры сосны обыкновенной в Забайкалье / В.Л. Черепнин // Ботанические исследования Сибири. – Красноярск: Восточно-Сибирский научный центр РАН, Красноярское отделение Российского ботанического общества РАН. – 1999. – Вып. 7. – С. 180-193.
- Черепнин, В.Л. Изменчивость семян сосны обыкновенной / В.Л. Черепнин – Новосибирск: Наука, 1980. – 181 с.
- Чернодубов, А.И. Географические культуры сосны обыкновенной на юге Русской равнины / А.И. Чернодубов, Т.Е. Галдина, О.А. Смогунова. – Воронеж. – 2005. – 115 с.
- Шутяев, А.М. Продуктивность географических популяций сосны обыкновенной / А.М. Шутяев, М.М. Вересин // Лесное хозяйство. – 1990. – №11. – С.36-38.
- Щербакова, М.А. Успешность роста и развития различных провениенций сосны в Карелии / М.А. Щербакова // В кн. Селекционно-генетические исследования древесных растений в Карелии. – Петрозаводск, Карельский филиал АН СССР, 1987. – С. 50-66.
- Giertych, M. Provenance variation in growth and phenology / M. Giertych // In: Genetics of Scots pine. – Budapest: Akademiai Kiado, 1991. – P. 87-101.
- Giertych, M. Summary results on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) volume production in Ogievskij's pre-revolutionary Russian provenance experiments / M. Giertych, J. Oleksyn // Silvae Genetica. – 1981. – V. 30. – P. 56-74.
- Kuzmina, N.A., Kuz'min S.R. Intraspecific of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) to Pathogens in a Provenance Trial in Middle Siberia // Eurasian J. For. Res., 2008, 11-2: 51-59.

Поступила в редакцию 14 декабря 2009 г.
Принята к печати 25 февраля 2010 г.