

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПО РОСТУ И ВЫЖИВАЕМОСТИ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ ПРИАНГАРЬЯ

© Н.А. Кузьмина, С.Р. Кузьмин, Л.И. Милютин
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия

УДК 630×232

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке СО РАН (интеграционный проект № 145), РФФИ (№ 02-04-49423) и ККФН (№ 12F006С)

Приведены результаты изучения роста и выживаемости 84 популяций сосны обыкновенной в географических культурах Богучанского лесхоза Красноярского края. Показаны выживаемость климатипов на разных экологических фонах и динамика их линейного роста на серой лесной почве. У пяти групп климатипов, выделенных ранее по темпу роста, выявлены изменения, связанные с процессом формирования генотипической структуры насаждений. Определены корреляционные связи линейного и радиального роста культур с географическими координатами и климатическими факторами мест произрастания их материнских насаждений. Проведена селекция климатипов по ствольной продуктивности.

The results of studying growth and survival of 84 Scots pine climatypes in the provenance trial of Boguchansky leskhoz of Krasnoyarsk Krai are presented. Survival of climatypes in different ecological growing sites and dynamics of their growth are shown. Changes have been revealed in five climatypes which were earlier distinguished by growth rate. These changes are related to the formation process of stand genotypical structure. Correlation links of linear and radial tree growth with geographical coordinates and climatic factors of provenance of their mother stands have been determined. The selection of climatypes due to inventory and forestry characteristics is realized.

Введение

Географические культуры сосны обыкновенной созданы на различных континентах. Их исследования выявили географические отличия различных происхождений и способствовали выделению большого числа разновидностей вида, генетически различающихся по различным признакам [16]. Результаты обобщения географических испытаний сосны содержатся в работах отечественных и зарубежных исследователей [1; 2; 4; 9-14; 17; 20-25; и др.]. Многолетние исследования географических культур показали, что сосна различного географического происхождения во всех пунктах испытаний имеет существенные различия в особенностях роста и развития. Сосны из семян северных климатипов в зоне оптимума имеют наибольшую сохранность, но растут медленнее и накапливают меньшие запасы ствольной и общей массы. Насаждения, выращенные из семян южных климатипов сосны растут и изреживаются быстрее, менее устойчивы к неблагоприятным климатическим условиям и патогенам, чаще имеют кривую форму ствола по сравнению с насаждениями из местных семян. Исследования последних лет подтверждают, что рост потомств сосны и их фенологическое развитие зависят от географического происхождения семян. Отмечается преимущество в росте культур

местного происхождения, а также происхождений сосны, климатические условия которых сходны с условиями выращивания. Несомненный интерес представляют случаи лучшего роста и развития потомств сосны инорайонного происхождения. Такие климатипы важны для практического использования с целью выделения сортов-популяций. Географические культуры сосны обыкновенной представляют также значительный интерес с точки зрения прогноза реакций внутривидовых таксонов как на региональное, так и на глобальное изменение климата [26-27].

Объекты и методы

Материал собран на базе географических культур, созданных в 1976 г. в Богучанском лесхозе Красноярского края в рамках крупномасштабного опыта по созданию сети географических культур основных лесообразующих видов в нашей стране. При создании и изучении географических культур придерживались программы и методики, утвержденной Проблемным советом по лесной генетике, селекции и семеноводству [3]. Испытывается 84 потомства сосны (далее в тексте их условно называем климатипами или популяциями), пункты заготовки семян которых расположены в пределах от 50° 10' до 69° 40' с.ш. и от 26° 28' до 138° 00' в.д. Перечень этих пунктов приводится в таблице 1.

Таблица 1 - Перечень климатипов сосны обыкновенной, испытываемых в географических культурах Богучанского лесхоза Красноярского края

| Номер климатипа | Название климатипа (лесхоз, область, край) | Номер климатипа | Название климатипа (лесхоз, область, край) |
|-----------------|--|-----------------|--|
| 1 | Печенегский (Мурманская) | 43 | Проспихинский Красноярский |
| 2 | Кандалакшский (Мурманская) | 44 | Абазинский Красноярский |
| 3 | Плесецкий (Архангельская) | 45 | Минусинский Красноярский |
| 4 | Тотемский (Вологодская) | 46 | Северо-Енисейский Красноярский |
| 5 | Пинежский (Архангельская) | 47 | Енисейский Красноярский |
| 6 | Чупинский (Карелия) | 48 | Балгазынский Тыва |
| 7 | Пряжинский (Карелия) | 49 | Усть-Кутский Иркутская |
| 8 | Сортовальский (Карелия) | 50 | Зиминский Иркутская |
| 9 | Пудожский (Карелия) | 51 | Вихоревский Иркутская |
| 10 | Великолукский (Псковская) | 52 | Катанский Иркутская |
| 11 | Куровский (Московская) | 53 | Мамский Иркутская |
| 12 | Ковровский (Владимирская) | 54 | Заудинский Бурятия |
| 13 | Городецкий (Нижегородская) | 55 | Кяхтинский Бурятия |
| 14 | Костромской (Костромская) | 56 | Могочинский Читинская |
| 18 | Никольский (Пензенская) | 57 | Олёкминский Республика Саха - Якутия |
| 19 | Зеленодольский (Татарстан) | 58 | Якутский Республика Саха - Якутия |
| 20 | Вольский (Саратовская) | 59 | Свободненский Амурская |
| 23 | Слободской (Кировская) | 60 | Урушинской Амурская |
| 24 | Воткинский (Удмуртия) | 61 | Аянский Хабаровский |
| 25 | Дюрталинский (Башкортостан) | 62 | Долонский Казахстан |
| 26 | Авзянский (Башкортостан) | 63 | Корткеросский Коми |
| 27 | Белорецкий (Башкортостан) | 64 | Эльвасский Эстония |
| 28 | Бузулукский (Оренбургская) | 66 | Дубровицкий Украина |
| 29 | Ревдинский (Свердловская) | 67 | Ленинский Беларусь |
| 30 | Тавдинский (Свердловская) | 68 | Бориспольский Украина |
| 31 | Курганский (Курганская) | 70 | Солотчинский Рязанская |
| 32 | Заводоуковский (Тюменская) | 71 | Сурский Ульяновская |
| 33 | Сургутский (Тюменская) | 72 | Оханский Пермская |
| 34 | Тарский (Омская) | 74 | Нижне-Енисейский Красноярский |
| 35 | Кыштовский (Новосибирская) | 75 | Ачинский Красноярский |
| 36 | Сузунский (Новосибирская) | 76 | Даурский Красноярский |
| 37 | Болотнинский (Новосибирская) | 77 | Ермаковский Красноярский |
| 38 | Гурьевский (Кемеровская) | 78 | Канский Красноярский |
| 39 | Колпашевский (Томская) | 79 | Туруханский Красноярский |
| 40 | Ракитовский (Алтайский) | 80 | Нерчинский Читинская |
| 41 | Чемальский (Алтайский) | 81 | Читинский Читинская |
| 42 | Богучанский (Красноярский) | 82 | Баргузинский Бурятия |

Культуры созданы трехлетними сеянцами на трех участках. В настоящее время сохранились два - на песчаной и серой лесной почвах. Географические культуры систематически обследуются, один раз в пять лет осуществляется инвентаризация. Проводится учет сохранившихся деревьев, замеряются высота и диаметр у 50 деревьев в каждом блоке. В данной работе представлены результаты инвентаризации 25-летних географических культур, проведен

анализ их выживаемости на серой лесной и на песчаной почвах, проведен анализ динамики линейного роста за этот возрастной период у климатипов сосны на серой лесной почве. Вычисление основных статистических показателей проводилось общепринятыми методами [6] с использованием компьютерной программы Excel. Для сравнительной оценки показателей определялись критерии Стьюдента и Фишера.

Результаты и обсуждение

Анализ роста и выживаемости семенного потомства сосны обыкновенной разного географического происхождения позволяет выявить основные закономерности географической изменчивости вида, провести анализ внутривидовой дифференциации, наметить климатипы, пригодные для целевого выращивания в регионе. В этой связи географические культуры в Богучанском лесхозе Красноярского края, состоящие из 84 популяций, являются удобным объектом для решения этих вопросов.

Сохранность (выживаемость) 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. В 25-летнем возрасте на

участке с серой лесной почвой сохранность сосны контрольного климатипа (Богучанский лесхоз) составляет 46 %. Меньшая сохранность, по сравнению с контролем, характерна в основном для потомств подвида «сосна обыкновенная» - *Pinus sylvestris* L. subsp. *syvestris*. L. особенно из южных и юго-западных районов России, а также Украины, Прибалтики, Беларуси, потомств некоторых климатипов подвида сосна северная лапландская (*P.s. ssp. lapponica* Fries): Кандалакшского - Мурманской (№2), пинежского - Архангельской (№5), пряжинского-Карелии (№7) и потомств отдельных климатипов подвида сосна сибирская - *P.s. ssp. sibirica* Ledeb. из Дальнего Востока, Забайкалья, Республика Саха (Якутия) и северных районов Красноярского края и Западной Сибири (рисунок 1).

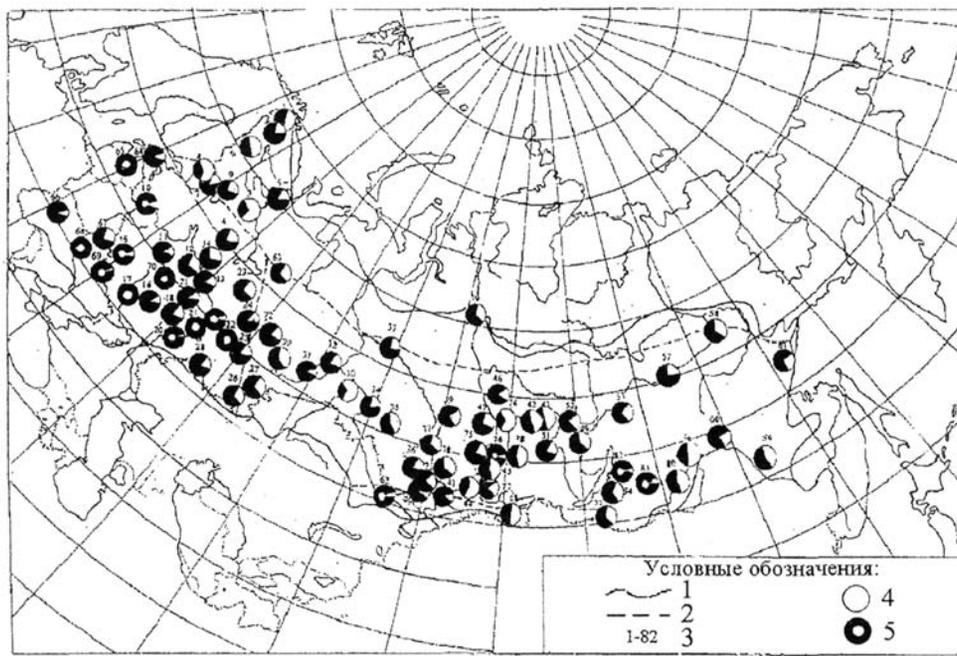


Рисунок 1 - Сохранность сосны обыкновенной разного происхождения на участке с серой лесной почвой (1 - граница ареала вида, 2 - граница подвида, 3 - № климатипов, 4 - доля (%) сохранившихся деревьев, 5 - потомства, элиминированного под действием антропогенного фактора)

Высокий показатель выживаемости, по сравнению с контрольным климатипом, имеют некоторые северные климатипы, так например: Плесецкий - Архангельской (№3) - 68%, чупинский, сортовальский из Карелии (№6, 8) - 51 и 62%, тавдинский - Свердловской (№30) - 68%, нижне-енисейский - Красноярского (№74) - 66%, могочинский - Читинской (№56) - 52%. Низкую сохранность имеют потомства подвида сосна кулундинская (*P. s. ssp.*

kulundensis Sukachew) из лесостепных боров Казахстана, Алтая, юга Красноярского края и Бурятии.

Таким образом, чем значительнее отличия условий происхождения от условий выращивания, тем меньше показатель сохранности испытываемых климатипов. Но эта тенденция не всегда сохраняется, например, близкие к местному климатипу показатели сохранности на участке с серой лесной почвой имеют потомства сосны из

отдаленных популяций: кыштовский - Новосибирской (№35), свободненский - Амурской (№59), абазинский - Красноярского (№44), нерчинский - Читинской (№80) и др. Такие климатипы заслуживают особого внимания при дальнейшем изучении их роста и развития.

Сохранность географических культур на песчаной почве характеризуется более

высокими показателями, чем на серой лесной почве. Самая низкая сохранность у потомств сосны из Беларуси - 0,5% и самая высокая - у потомств из Мурманской, Архангельской областей и Карелии - 78-94%. Сохранность местного климатипа составляет 79% (рисунок 2).

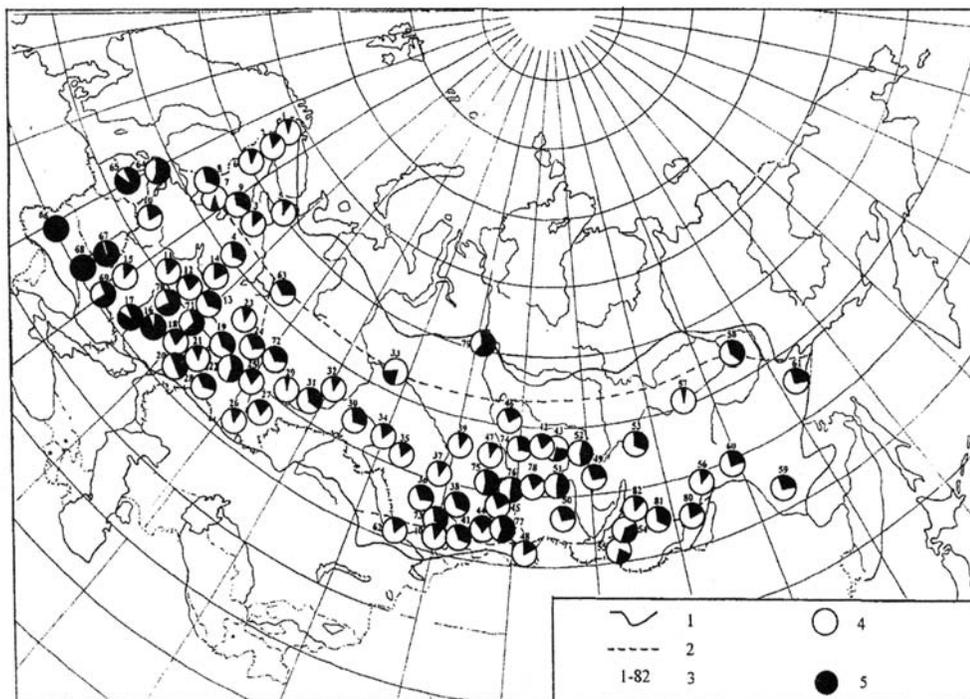


Рисунок 2 - Сохранность сосны обыкновенной разного происхождения на участке с песчаной почвой (1 - граница ареала вида, 2 - граница подвида, 3 - № климатипов, 4 - доля (%) сохранившихся деревьев, 5 - потомства, элиминировавшиеся под действием антропогенного фактора)

В целом, по двум участкам лучшими по выживаемости являются четыре климатипа подвида «сосна северная» (Архангельская обл. и Карелия) и ряд климатипов подвида «сибирская» (Красноярский край).

Исследования динамики линейного роста, у выделенных ранее [5] пяти групп климатипов сосны (на серой лесной почве), в 25-летнем возрасте показали, что потомства

первой группы (происхождения из северных и северо-восточных районов европейской части России, Урала, Сибири и Алтая) по-прежнему сохраняют статус климатипов стабильно превосходящих контрольный климатип (рисунок 3). При этом указанное превосходство статистически достоверно ($t_{\phi} > 0,01$).

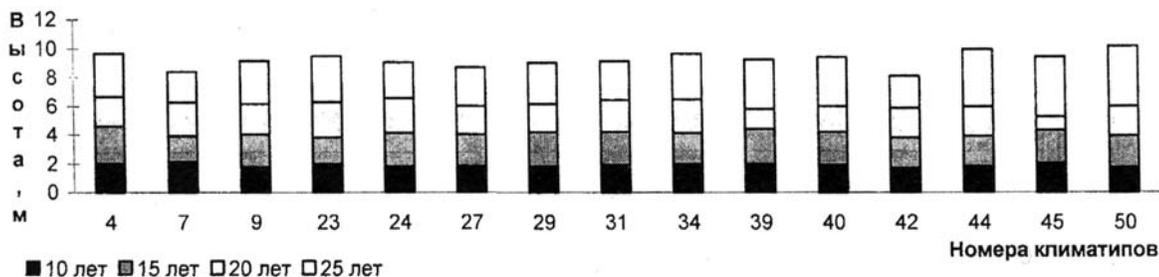


Рисунок 3 - Динамика линейного роста климатипов сосны обыкновенной I группы

Исключение составили колпашевский, белорецкий, воткинский и пряжинский климатипы, между ними и контролем (богучанский климатип) различия стали менее существенными. Средние высоты у климатипов этой группы варьируют от $8,10 \pm 0,71$ до $10,17 \pm 0,28$ м. При одинаковой выборке большая изменчивость наблюдается у тотемского, воткинского, богучанского, абазинского климатипов ($C_v = 26-35\%$).

Некоторые изменения в показателях линейного роста произошли у климатипов, представляющих вторую группу (стабильно отстающих по росту от местного). Сюда вошли климатипы сосны из западных, южных и центральных районов России, а также северные, северо-восточные и восточные климатипы (рисунок 4).

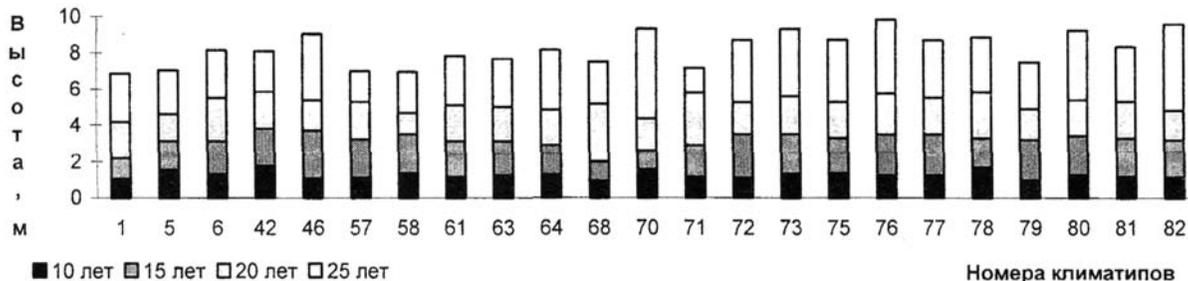


Рисунок 4 - Динамика линейного роста климатипов сосны обыкновенной II группы

Из 23 происхождений этой группы шесть (северо-енисейский, солотчинский, боровлянский, даурский, нерчинский, баргузинский) за последние 5 лет значительно увеличили темп роста по сравнению с контролем ($t_{\phi} > 0,01$). Коэффициент изменчивости линейного роста деревьев у климатипов этой группы в основном очень низкий - 5-8 %. Вероятно, причиной более быстрого формирования структуры насаждений у этих климатипов является меньшая сохранность деревьев, вызванная комплексом факторов, одними из которых являются генотипические особенности популяций, а также

антропогенные факторы. Средняя высота у семи других климатипов (чупинский, эльвасский, оханский, ермаковский, ачинский, канский, читинский) достигла высоты деревьев контрольного климатипа или незначительно превосходит ее. Остальные климатипы этой группы по-прежнему отстают от контроля.

Замеры высот климатипов сосны, выделенных в третью группу (до 10-летнего возраста отличались высоким, а в последующие годы - низким темпом роста) показали, что у 50 % потомств этой группы сохраняется статус отстающих в последние 15 лет от контроля (рисунок 5).

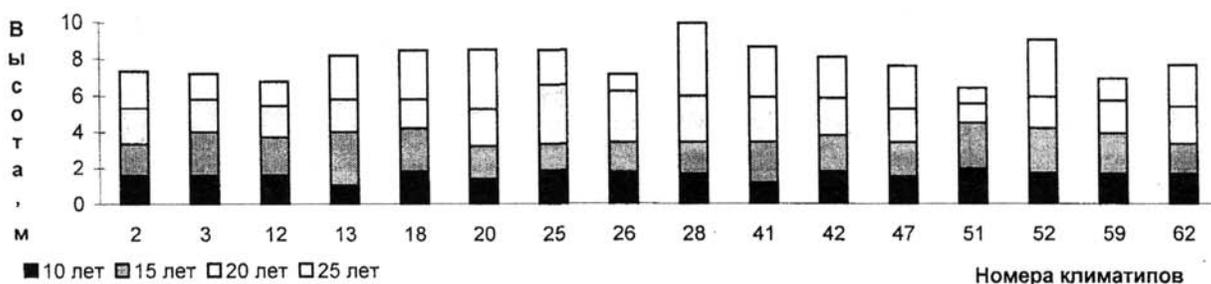


Рисунок 5 - Динамика линейного роста климатипов сосны обыкновенной III группы

Остальные климатипы сосны достигли уровня контроля или превосходят его. Представитель четвертой группы - сузунский (Новосибирская обл.) климатип сохраняет высокий темп роста, средняя высота деревьев составляет 9,89 м. Различие с контролем достоверно на однопроцентном уровне

значимости. В пятой группе - (с нестабильным темпом линейного роста) в последние годы произошло снижение роста у 25% популяций ($t_{\phi} > 0,01$), но основная часть популяций сосны сохраняет или значительно увеличивает скорость роста (рисунок 6).

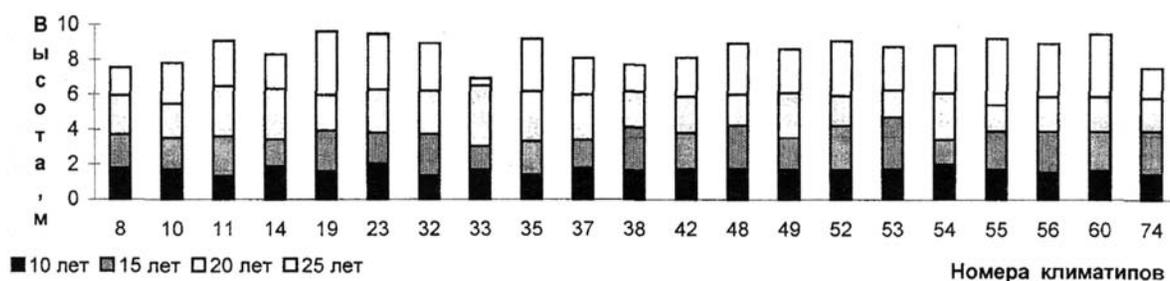


Рисунок 6 - Динамика линейного роста климатипов сосны обыкновенной IV группы

Как известно, селекционеры считают быстрорастущими (плюсовыми) особи, которые превышают по своей высоте и диаметру средние показатели насаждения, и медленно растущими (минусовыми), если они ниже. Величина этого превышения или снижения размеров указывается исследователями в разных размерных единицах. В практике лесного хозяйства в одновозрастных чистых по составу насаждениях считается, что плюсовые деревья сосны должны превышать средние показатели древостоя по высоте на 10% и более, по диаметру - на 30% и более [19]. А.Я. Любавская [7] считает, что при массовом семейном отборе в культурах

селекционный дифференциал может составлять от 1 до 2,5 σ .

Результаты анализа роста географических культур в Богучанском лесхозе показали, что по росту в высоту климатипы первой и четвертой групп превышают средние показатели на участке в пределах 1 σ или - 10% (таблица 2). Темп роста в высоту этих групп сосен превосходит также темп роста контрольного образца (потомство сосны из Богучанского лесхоза). Различия с контролем наблюдаются у сосны третьей и пятой групп, но их рост значительно отстает от контрольного варианта

Таблица 2 - Средние статистические показатели линейного роста пяти групп климатипов сосны обыкновенной в 25-летнем возрасте

| № группы климатипов | lim, м | \bar{x} , м | σ | m | V, % |
|---------------------|----------|---------------|----------|------|------|
| 1 | 8,1-10,2 | 9,21 | 1,09 | 0,24 | 11 |
| 2 | 6,8-9,84 | 8,23 | 1,02 | 0,28 | 13 |
| 3 | 6,4-9,91 | 7,29 | 0,94 | 0,24 | 12 |
| 4 | 8,0-12,0 | 9,89 | 0,98 | 0,31 | 10 |
| 5 | 6,9-9,6 | 8,55 | 1 05 | 0,26 | 12 |
| Контроль (Богучаны) | 4,5-10,5 | 8,10 | 1,36 | 0,71 | 16 |
| Среднее на участке | 4,5-12,0 | 8,48 | 0,95 | 0,11 | 11 |

По среднему диаметру у выделенных четырех групп климатипов не наблюдается четких различий. Таким образом, у пяти групп сосны обыкновенной в географических культурах, отличающихся между собой динамикой линейного роста, в 25-летнем возрасте произошли некоторые изменения в темпе роста, являющиеся следствием процесса формирования генотипической структуры насаждений.

Географическая изменчивость линейного роста составляет 11%, радиального - 20%. Индивидуальная изменчивость линейного роста варьирует от 5% до 19%, радиального -

от 5% до 15%. Коэффициенты изменчивости линейного и радиального роста изучаемых климатипов в определенной степени характеризуют генотипическую структуру их популяций. Большая изменчивость показывает соответственно большее генетическое разнообразие, меньшая - некоторую стабилизацию структуры популяции по таксационным показателям, вызванную более быстрым процессом формирования структуры древостоя у ряда климатипов.

Анализ корреляции линейного и радиального роста потомств сосны с

географическими координатами и климатическими факторами мест произрастания их материнских насаждений (рисунок 7) показал, что рост в высоту у сосны обыкновенной в географических культурах связан прямолинейной отрицательной связью с географической широтой места происхождения климатипов ($R=-0,465$), положительной - с суммой эффективных температур и температурой июля месяца ($R=0,352$ и $R=0,312$). Эти данные подтверждают клинальную изменчивость признака в широтном направлении, выявленную многими исследователями в природных популяциях [2; 8-9]. На рост потомств климатипов сосны по диаметру существенное влияние оказывают два климатических фактора: сумма эффективных температур выше 5°C ($R=0,329$) и продолжительность вегетационного периода их места происхождения ($R=0,312$). Связь является

прямолинейной и положительной. Между сохранностью сосны и климатическими факторами: среднегодовой температурой ($R=-0,339$), температурой января ($R=-0,315$), суммой эффективных температур выше 5°C ($R=-0,302$), продолжительностью вегетационного периода ($R=-0,343$) - обнаружена отрицательная связь, положительная связь наблюдается с суммой отрицательных температур ($R=0,381$). Коэффициенты корреляции значимы при $P_{\phi} > P_{05}(0,253)$.

По росту в высоту, диаметру и объему ствола среднего дерева из 84 изученных климатипов к лучшим в 25-летнем возрасте относятся потомства 41 климатипа. В основном это потомства из северных и центральных районов европейской части России, Поволжья, Урала, Сибири и Дальнего Востока.

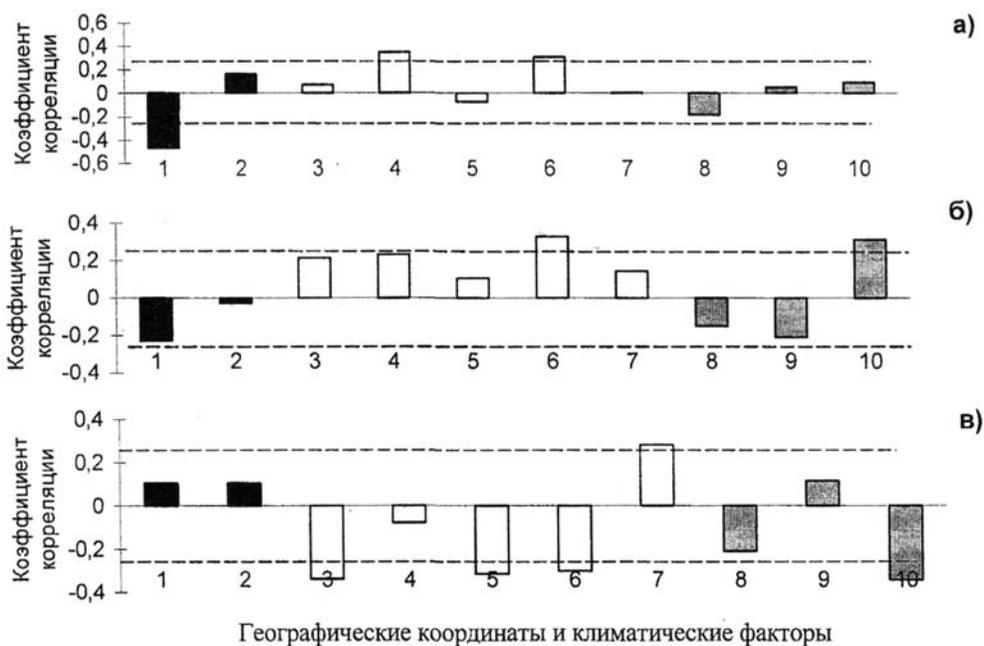


Рисунок 7 - Коэффициенты корреляции высоты (а), диаметра (б) и сохранности (в) с географическими координатами и климатическими факторами для климатипов (координаты: 1 - широта, 2 - долгота; факторы: 3 - среднегодовая температура, 4 - температура июля, 5 - температура января, 6 - сумма эффективных температур выше 5°C , 7 - сумма отрицательных температур, 8 - осадки за год, 9 - осадки за вегетационный период, 10 - продолжительность вегетационного периода).

При определении запаса древесины в $\text{м}^3/\text{га}$ с учетом сохранности выяснилось, что не все из 41 климатипа могут претендовать на место в группе лучших. В этой группе остались только 14 климатипов - плесецкий (Архангельская обл.),

чупинский, сортовальский (Карелия), тавдинский (Свердловская), кыштовский (Новосибирская), проспихинский, абазинский (Красноярский), ракетовский (Алтай), усть-кутский (Иркутская),

могочинский, нерчинский (Читинская), свободненский (Амурская), оханский (Пермская).

Таким образом, анализ роста и сохранности 84 климатипов сосны обыкновенной в географических культурах Богучанского лесхоза на участке с серой лесной почвой показал, что в 25-летнем возрасте лучшим ростом наряду с контролем характеризуются 14 климатипов из Европейской части России, Урала и Дальнего Востока. Это объясняется тем, что материнские насаждения этих климатипов сосны произрастают в оптимальных для их роста условиях среды. В процессе эволюции эти климатипы приобрели генетически закрепленный быстрый рост в первые годы жизни, и поэтому и в новых условиях среды норма реакции генотипов их потомства позволяет успешно конкурировать с местными популяциями. Однако известно, что селекция на продуктивность не всегда оправдывается [18]. При селекции на другие признаки (форму ствола и кроны, качество древесины, устойчивость к болезням) массовый отбор по фенотипу может быть более эффективным. В связи с этим, выделенные в 25-летнем возрасте по линейному росту и продуктивности климатипы требуют дальнейших наблюдений в более старшем возрасте по комплексу хозяйственно-ценных признаков.

Библиографический список

1. Войчалъ П.И. Географические культуры сосны в Архангельской области // Лесное хоз-во. - 1961. - № 11. - С. 32-42.
2. Ирошников А.И. Географические культуры хвойных в Южной Сибири // Географические культуры и плантации хвойных в Сибири. - Новосибирск: Наука, 1977. - С. 4-110.
3. Изучение имеющихся и создание новых географических культур (программа и методика работ). - Пушкино, 1972. - 37 с.
4. Картель Н.А., Манцевич Е.О. Генетика в лесоводстве. - Минск: Наука и техника, 1970. - 143 с.
5. Кузьмина Н.А. Особенности роста географических культур сосны обыкновенной в Приангарье // Лесоведение. - 1999. - № 4. - С. 23-29.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. - М.: Высшая школа, 1980. - 291 с.
7. Любавская А.Я. Лесная селекция и генетика. - М.: Лесн. пром-ть, 1982. - 284 с.
8. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. - М.: Наука. - 1973. - 284 с.
9. Молотков П.И., Патлай И.Н., и др. Селекция лесных пород. - М.: Лесн. пром-сть, 1982. - 224 с.
10. Наквасина Е.Н., Бедрицкая Т.В. Семенные плантации северных экотипов сосны обыкновенной. - Архангельск: Изд-во Поморского госуниверситета, 1999. - 143 с.
11. Нарышкин М.А., Вакуров А.Д., Петерсон Ю.В. Географические культуры сосны обыкновенной под Москвой // Лесоведение. - 1983. - № 2. - С. 50-57.
12. Олексин Я.Б., Чертых М., Редько Г.И. Новый взгляд на географические культуры сосны обыкновенной В.Д. Огиевского // Лесн. журн. 1986. № 6. - С. 20-24.
13. Патлай И.Н. Сезонный прирост сосны обыкновенной в высоту в географических культурах и плантациях // Лесоводство и агролесомелиорация. - Лесоведение. - 1974. - № 36. - С. 87-95.
14. Пихельгас Э.И. Географические опытные культуры сосны обыкновенной в Эстонской ССР // Географические опыты в лесной селекции Прибалтики. - Рига: ЗИНАТНЕ, 1982. - С. 73-81.
15. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. - М.: Наука, 1964. - 190 с.
16. Райт Дж. Введение в лесную генетику. - М.: Лесн. пром-сть, 1978. - 470 с.
17. Тимофеев В.П. Особенности роста сосны разного происхождения в лесной опытной Тимирязевской Академии // Известия ТСХА. - М., 1973. - Вып. 2. - С. 13-146.
18. Царев А.П., Погиба С.П., Тренин В.В. Селекция и репродукция лесных древесных пород. - М.: Логос, 2002. - 497 с.
19. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. - М.: Федеральная служба лесного хозяйства России, 2000. - 196 с.
20. Черепнин В.Л. Изменчивость семян сосны обыкновенной. - Новосибирск: Наука, 1980. - 181 с.
21. Шутяев А.М., Вересин М.М. Продуктивность географических популяций сосны обыкновенной // Лесн. хоз-во. - 1990. - № 11. - С. 36-38.
22. Шутяев А.М., Гиертых М. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Альбом карт взаимодействия популяций и условий мест их испытаний в евроазиатской части ареала. - Курник. Польша, 2003. - 266 с.
23. Giertych M., Oleksyn J. Summary of results on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) volume production in Ogievskij s pre-

revolutionary Russian provenance experiments. *Silvae Genetica* 30, 2-3. 1981. - P. 6-74.

24. Giertych M., Oleksyn J. Height growth variation in a comprehensive Eurasian Provenance Experiment of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Silvae genetica* 46, 6. 1997. P. 332-349.

25. Matyas C., Yeatman C.W. Effect of geographical transfer on growth and survival of jack pine (*Pinus banksiana* Lamb.) populations. *Silvae Genetica*. - 1992. - № 43 (6). - P. 370-376.

26. Rehfeldt G.E., Tchebakova N.M., Milyutin L.I., Parfenova E.I., Wykoff W.R., Kouzmina N.A. Assessing population responses to climate in *Pinus sylvestris* and *Larix* spp. of Eurasia with Climate - Transfer Models. *Eurasian J. For. Res.* 6-2: 83-98, 2003.

27. Rehfeldt G.E., Tchebakova N.M., Parfenova E.I., Wykoff W.R., Kuzmina N.A., Milyutin L.I. Intraspecific responses to climate in *Pinus sylvestris*. *Global Change Biology*. - 2002. - № 8. - P. 912-929

Поступила в редакцию 10 августа 2004 г.