

УДК 631.527.12

## АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РОСТА КЛИМАТИПОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ В СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Н. А. Кузьмина, С. Р. Кузьмин

*Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – Обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН  
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28*

E-mail: kuz@ksc.krasn.ru, skr\_7@mail.ru

*Поступила в редакцию 01.03.2016 г.*

Проведена дифференциация 82 климатипов сосны обыкновенной по росту в высоту в 37-летних географических культурах. Выделены три группы климатипов: быстро-, средне- и медленнорастущие. Среди 27 климатипов, составляющих первую группу, 13 являются кандидатами в сорта-популяции по итогам исследований в 20–25-летнем возрасте. К ним относятся климатипы сосны из Красноярского края, Иркутской, Кемеровской и Мурманской областей, республик Карелия и Коми. В возрасте 37 лет они по-прежнему подтверждают статус перспективных по росту в высоту, сохранности и, как было показано ранее (Кузьмина, Кузьмин, 2007; Kuzmina, Kuzmin, 2008), устойчивости к грибным патогенам. Средняя высота деревьев этих климатипов превышает таковую деревьев контрольного варианта на 32 %. Вторую группу представляет 21 климатип, 5 из которых – кандидаты в сорта-популяции. Интенсивность их роста снизилась, но средняя высота находится на уровне средней высоты деревьев контрольного варианта. Третья группа – самая большая по количеству климатипов сосны, ее представляют медленнорастущие деревья. По результатам инвентаризации 2013 г. в третью группу включены 2 ранее перспективных климатипа. В последние годы интенсивность их роста значительно снизилась в связи с заболеванием хвои, вызванным ценангиевым некрозом в 22–24-летнем возрасте. Таким образом, ранговый статус исследуемых климатипов в разные возрастные периоды значительно меняется в связи с разной реакцией на изменение экологических факторов. Сравнительный анализ средней высоты в разном возрасте подтверждает, что объективные выводы по отбору перспективных климатипов возможны только после достижения сосной 25-летнего возраста или, как требует методика исследований географических культур, с наступлением  $\frac{1}{2}$  возраста рубки.

**Ключевые слова:** *сосна обыкновенная, географические культуры, дифференциация по росту, отбор, сорта-популяции, Средняя Сибирь.*

DOI: 10.15372/SJFS20170204

### ВВЕДЕНИЕ

Интенсивная эксплуатация сосновых лесов, многочисленные лесные пожары, массовые поражения грибными патогенами и вредителями приводят к значительному сокращению лесопокрываемой площади, исчезновению ценных популяций, снижению биоразнообразия вида, особенно в лесах Сибири. Поэтому географические культуры, представляющие собой генетические коллекции, имеют существенное значение в решении проблемы сохранения и изучения биоразнообразия древесных растений, в частности сосны обыкновенной, как одного из ценных ле-

сообразователей. Результаты исследований географических объектов имеют практическое значение в решении проблем лесовосстановления как основание для отбора перспективных климатипов и районирования переброски семян с целью создания высокопродуктивных устойчивых насаждений в конкретных условиях (Правдин, Вакуров, 1968; Шутяев, Вересин, 1990; Наквасина и др., 2001; Чернодубов и др., 2005). Географические культуры сосны обыкновенной, созданные в Богучанском лесничестве Красноярского края, уникальны по представительству и методике создания. С увеличением возраста географических культур объективность отбора

перспективных климатипов для использования их в лесоразведении на территории региона возрастает. Правильный выбор климатипа для выращивания в конкретных лесорастительных условиях позволяет повысить продуктивность культур и плантаций на 20–30 %.

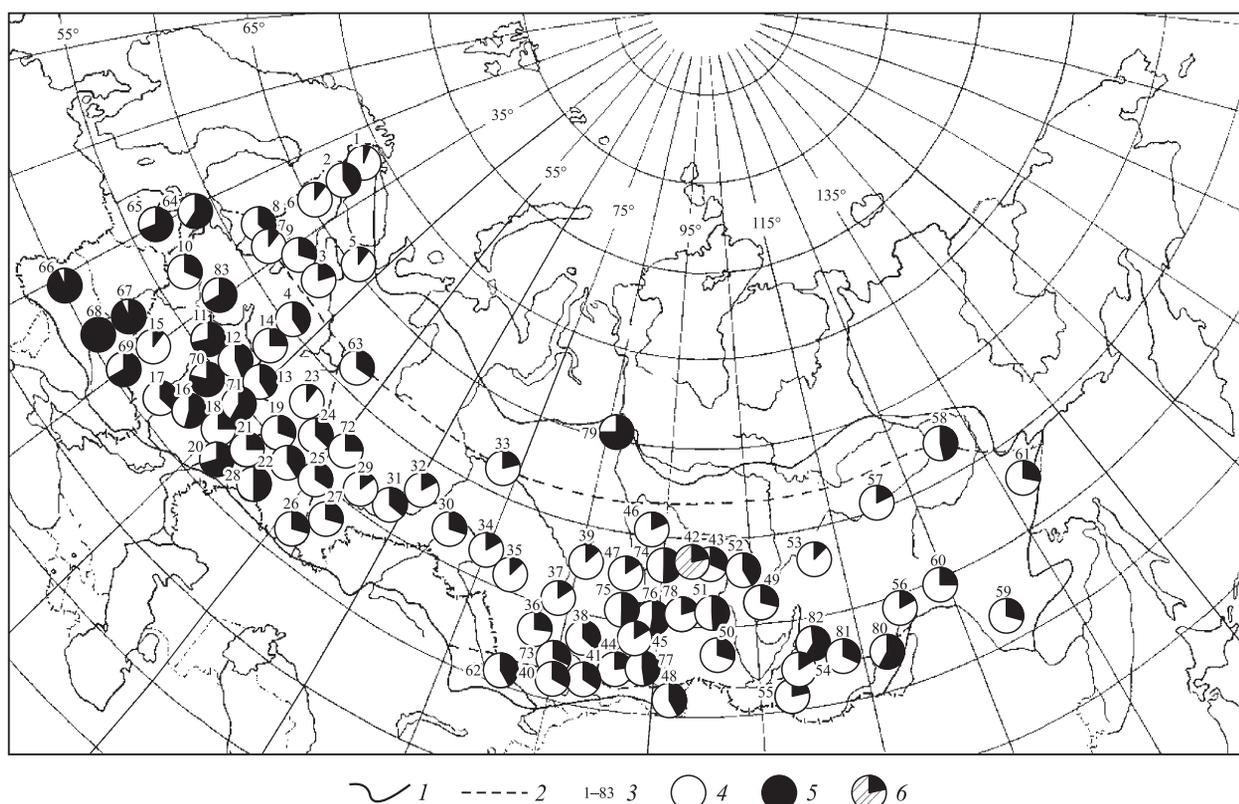
Цель работы – анализ динамики роста в высоту 82 климатипов сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. за 37-летний период и оценка их рангового положения. Исследование позволит существенно дополнить имеющиеся сведения и объективно оценить перспективность отбора климатипов сосны в кандидаты в сорта-популяции, проведенного в 20–25-летнем возрасте.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовали географические культуры сосны обыкновенной государственной сети, созданные в Богучанском лесничестве Красноярского края по программе и методике в 1976/77 г. (Изучение..., 1972). Пункт испытания находится в Ангарском южно-таежном районе лиственнично-сосновых лесов на территории Ангаро-Илимского лесосеменного района (Ле-

сосеменное районирование..., 1982). Приводятся результаты анализа динамики роста в высоту 37-летних климатипов сосны обыкновенной, тестируемых на дерново-подзолистой песчаной почве. Первоначальный тип леса – сосняк бруснично-толокнянковый. Площадь участка 15 га, подготовка почвы сплошная, посадка под меч Колесова с размещением  $1.5 \times 0.75$  м. Создавались географические культуры 3-летними сеянцами, высаженными у климатипов отдельными блоками. Количество высаженных сеянцев в блоках варьировало от 235 до 900 шт. Меньше 100 сеянцев высажено у пяти климатипов из западной и центральной частей ареала сосны (№ 10, 15, 17, 20, 68) (рис.1) в связи с недостаточностью семенного материала.

В географических культурах проходят испытание 83 климатических экотипа (климатипа) сосны обыкновенной, места происхождения которых находятся в долготном направлении – от Кольского п-ва до Охотского моря, в широтном – от лесотундры до южной границы ареала (от  $50^{\circ}10'$  и  $69^{\circ}40'$  с. ш. до  $26^{\circ}28'$  и  $138^{\circ}00'$  в. д.). Названия климатипов даны по названиям лесозов (1973–1975 гг.), на территории которых про-



**Рис. 1.** Сохранность климатипов сосны обыкновенной в географических культурах на песчаной почве в Приангарье. Условные обозначения: 1 – граница ареала вида; 2 – граница подвидов по Л. Ф. Правдину (1964); 3 – номера климатипов; 4 – доля живых деревьев; 5 – доля погибших деревьев; 6 – богучанский климатип.

водился сбор семян в наиболее распространенных хозяйственно ценных сосняках. Контролем является богучанский климатип, на рис. 3–5 показанный первым столбиком и по высоте представляющий среднюю группу климатипов. По Л. Ф. Правдину (1964), географические культуры по внутривидовой систематике представлены четырьмя подвидами сосны обыкновенной: «северной лапландской», «обыкновенной лесной», «сибирской» и «кулундинской».

В анализе использованы материалы регулярного мониторинга роста, сохранности и фитопатологического состояния сосны обыкновенной, проводимого с момента создания географических культур. Работали с материалами семи инвентаризаций. По результатам инвентаризации 2013 г. сохранность географических культур на участке с дерново-подзолистой песчаной почвой в возрасте 37 лет варьирует от полной элиминации у бориспольского климатипа с Украины до 93 % у печенежского Мурманской области (см. рис. 1).

Сохранность контрольного варианта (богучанский климатип) составляет 78 %. Высокая сохранность (более 70 %) отмечена у ряда климатипов северных регионов европейского Севера (Мурманская и Архангельская области, Карелия), Урала, Поволжья (Свердловская и Курганская области) и Сибири (Красноярский край, Омская и Новосибирская области). Низкая сохранность (от 4 до 35 %) отмечена у климатипов южных, западных и центральных районов ареала сосны (Прибалтика, Украина, Беларусь, Московская, Саратовская, Рязанская области). В анализе средней высоты рассматриваются 82 климатипа из 83 тестируемых на участке с песчаной почвой в связи с тем, что бориспольский климатип (№ 68) с Украины имеет нулевую сохранность.

Инвентаризация географических культур сопровождалась замерами высоты и диаметра деревьев, находящихся в средних рядах блоков климатипов. Диаметр измеряли не менее чем у 50 деревьев мерной вилкой с сантиметровой шкалой с точностью до 0.1 см. Средний диаметр деревьев исследуемых климатипов варьирует от 2.7 см у воронежского климатипа до 8.4 см у пудожского климатипа из Карелии. Средний диаметр контрольного варианта 5.6 см. Измерения высот проводили у 30 деревьев в средних рядах древостоя каждого климатипа электронным высотомером Vertex IV, использующим ультразвуковую технологию. Собранный материал обрабатывался в программе «Statistica 8.0».

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

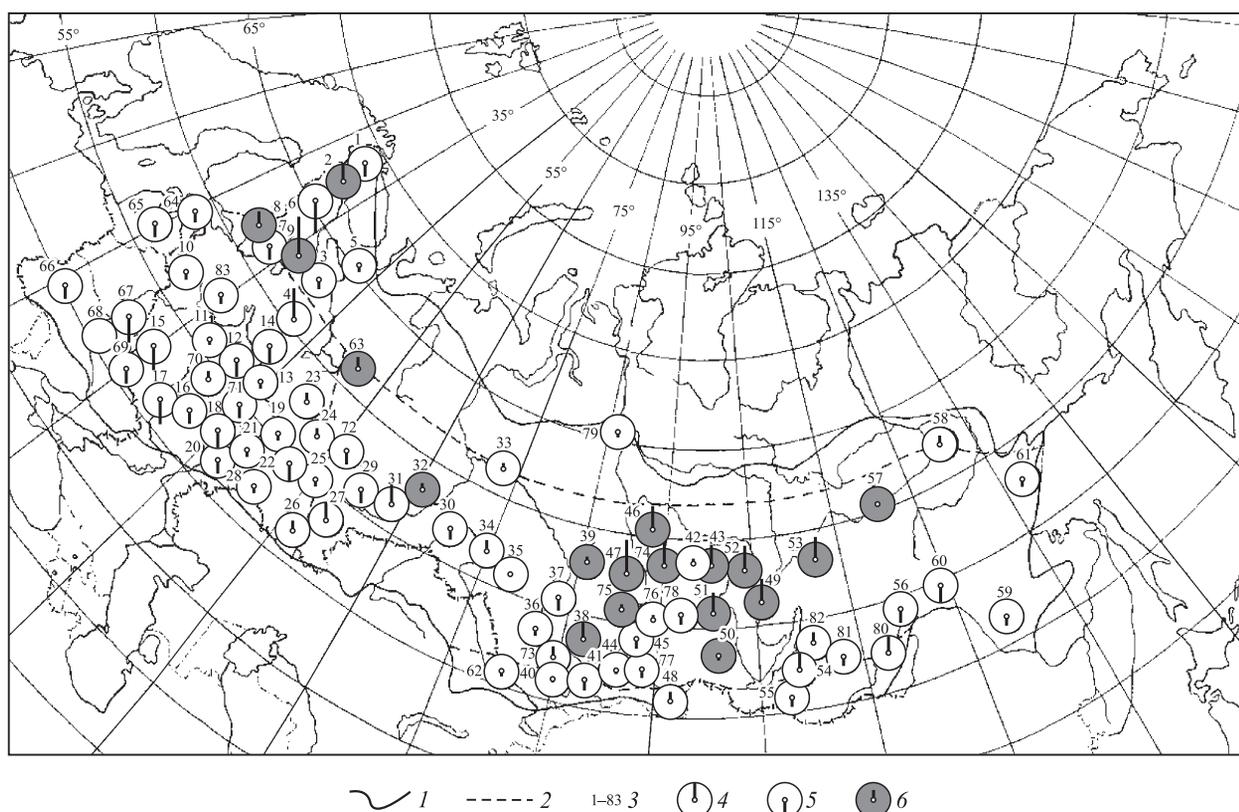
Средняя высота 37-летних деревьев исследуемых климатипов сосны ( $h$ ) варьирует от  $3.50 \pm 0.25$  до  $(9.70 \pm 0.30)$  м. Средняя высота деревьев контрольного варианта ( $6.30 \pm 0.20$ ) м близка к средней высоте географических культур ( $\bar{x}$ ) на участке с дерново-подзолистой песчаной почвой ( $6.10 \pm 0.16$ ) м. Коэффициент индивидуальной изменчивости у климатипов сосны варьирует от 14 до 42 %, что по шкале С. А. Мамаева (1973) соответствует среднему и высокому уровню ( $CV = 13\text{--}42\%$ ). Географическая изменчивость повышенная ( $CV = 24\%$ ). Параметры изменчивости свидетельствуют о том, что варьирование высоты обусловлено как генетическими особенностями деревьев в пределах древостоя каждого климатипа, так и генетическими свойствами климатипов в пределах исследуемого участка географических культур.

В ранжированном ряду по средней высоте из 82 климатипов хороший рост имеют деревья 34 климатипов, средняя высота которых значительно превышает или соответствует высоте контрольного варианта, занимающего 21-е место в ранговом ряду, и средней высоте географических культур. На рис. 2 показана средняя высота климатипов в стандартных отклонениях ( $\sigma$ ) от средней высоты географических культур на участке.

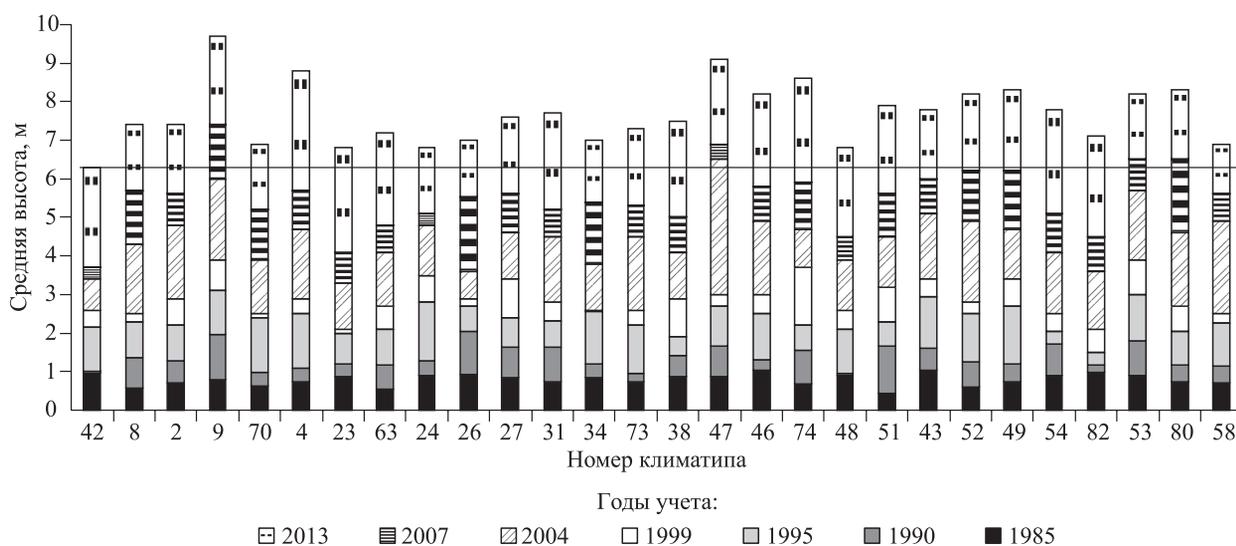
Превышение средней высоты от 0.5 до 2.5  $\sigma$  имел 31 % климатипов из Сибири, Забайкалья, европейского Севера и Поволжья. Средняя высота на уровне контроля отмечена у 11 % климатипов, у 58 % высота ниже среднего значения.

В ходе анализа исследуемые климатипы разделили на 3 группы, достоверно различающиеся между собой по высоте. Первую группу ( $h > \bar{x} + 0.5 \sigma$ ) представляют быстрорастущие, составляющие 33 % от всех тестируемых в географических культурах. К этой группе относятся климатипы сосны из среднепродуктивных насаждений Сибири, в основном из южной тайги Красноярского края и Иркутской области, а также из средней и южной тайги европейской части России (рис. 3).

Средняя высота варьирует от 6.8 до 9.7 м, средняя для группы –  $(7.80 \pm 0.15)$  м, или 124 % от контроля. Превышение средней высоты этой группы над средней высотой всех климатипов в географических культурах составляет 1  $\sigma$ . Статистически различия с контролем и средним показателем на участке имеют достоверный характер ( $p < 0.01$  и  $p < 0.001$  соответственно).



**Рис. 2.** Средняя высота деревьев у 82 климатипов сосны в стандартных отклонениях ( $\sigma$ ) от среднего значения на участке. Условные обозначения: 1 – граница ареала вида; 2 – граница подвидов по Л. Ф. Правдину; 3 – номера климатипов; средняя высота климатипов: 4 – выше среднего (радиус изображенной окружности равен  $1\sigma$ ); 5 – ниже среднего; 6 – климатипы, рекомендованные кандидатами в сорта-популяции в возрасте 37 лет.



**Рис. 3.** Средняя высота быстрорастущих климатипов сосны в годы учета (линией здесь и на рис. 4, 5 отмечена средняя высота контрольного (№ 42) климатипа).

В результате анализа динамики роста в высоту за 37 лет выявлено, что в первые 10–15 лет большая часть климатипов первой группы отставала по высоте от контрольного варианта. В последние 20 лет эти климатипы значительно превосходят по средней высоте контрольный

вариант. Сохранность географических культур сосны этой группы варьирует от 43 до 80 %.

Из 27 климатипов, составляющих первую группу, 21 в 20-летнем возрасте рекомендован в сорта-популяции (Кузьмина, 2005; Кузьмина, Кузьмин, 2010). В 37 лет статус перспективных

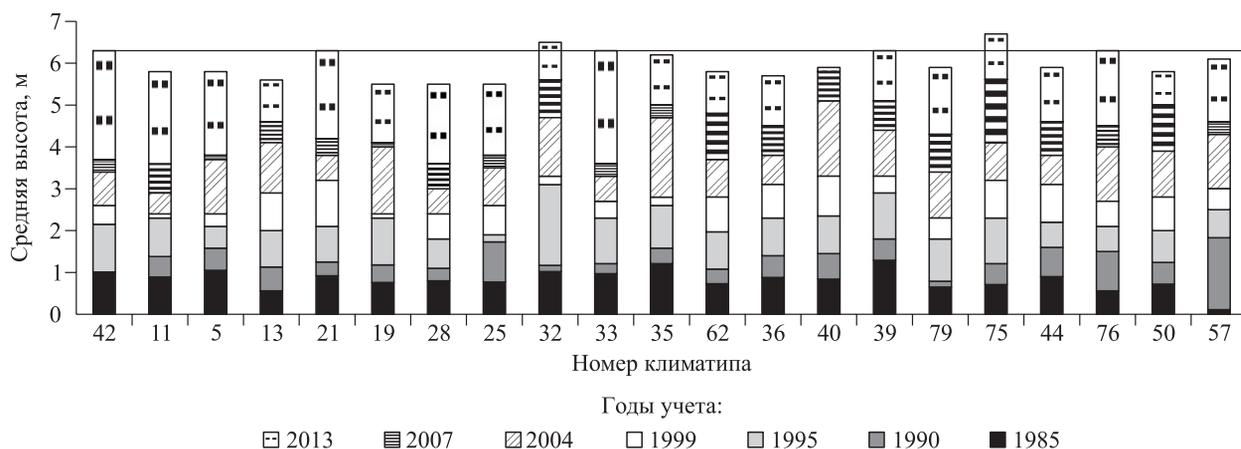


Рис. 4. Средняя высота климатипов сосны средней группы в годы учета.

по росту в высоту и устойчивости к грибным патогенам (Кузьмина, Кузьмин, 2007; Kuzmina, Kuzmin, 2008) сохраняют 13 климатипов: из Красноярского края (№ 43, 46, 47, 74), Иркутской (№ 49, 51–53), Кемеровской (№ 38), Мурманской областей (№ 2), Карелии (№ 8, 9) и Республики Коми (№ 63). Средняя высота упомянутых климатипов превышает высоту контроля на 29 % и среднюю высоту географических культур на одно и более стандартное отклонение. В географических культурах в средней тайге европейской части России (Архангельская обл.) пудожский и сортовальский климатипы (№ 8 и 9) из Карелии, по данным Н. А. Наквасиной, О. А. Гроздухиной (2005), являются, как и в нашем случае, одними из лучших по росту в высоту. Таким образом, в результате анализа средней высоты сосны на участке с песчаной почвой выделено 18 перспективных климатипов, 13 из которых представляют первую группу быстрорастущих климатипов и 5 – среднюю (на рис. 2 они выделены темными кружками).

Вторую, или среднюю, группу представляют 26 % климатипов (включая контрольный), из которых одна часть является потомством сосновых насаждений европейской части России, другая – потомством преимущественно среднепродуктивных насаждений Сибири. Средняя высота климатипов второй группы ( $h = \bar{x} \pm 0.5\sigma$ ) варьирует в пределах 5.5–6.7 м, средняя высота для группы составляет  $(6.00 \pm 0.01)$  м, или 97 % относительно контроля, и соответствует средней высоте географических культур. Большая часть климатипов имеет в динамике нестабильный рост в высоту, меньшая в первые 15 лет отличалась низким показателем роста, в последующие годы интенсивность роста заметно увеличилась

(рис. 4). В эту группу вошли 5 климатипов, имеющих статус кандидатов в сорта-популяции в 20–25-летнем возрасте: № 75 ачинский Красноярского края, № 50 зиминский Иркутской области, № 39 колпашевский Томской области, № 57 олекминский из Якутии и № 32 заводоуковский Тюменской области. Интенсивность их роста в последние годы снизилась, однако средняя высота деревьев в 37 лет сходна с высотой деревьев контрольного варианта. Сохранность довольно высокая – 50–86 %, поэтому эти климатипы остаются в группе кандидатов в сорта-популяции, но требуют дальнейших наблюдений за их состоянием.

Среди кандидатов в сорта-популяции 40 % климатипов по действующему лесосеменному районированию (Лесосеменное районирование..., 1982) являются инорайонными. Случаи лучшего роста и развития сосны инорайонного происхождения отмечаются и другими исследователями как в России, так и за рубежом (Ирошников, 1977; Martinsson, 1979; Селекция..., 1982; Сидорова, 1982; Агафонова, 1990; Шутяев, Вересин, 1990; Giertych, 1991; Rehfeldt et al., 2002; Наквасина, Гроздухина, 2005; Reich, Oleksyn, 2008).

Третья группа – самая большая по количеству климатипов – 41 % медленно растущих климатипов сосны ( $h < \bar{x} - 0.5\sigma$ ) из северного, западного, центрального и южного регионов европейской части России, а также с Урала, юга Сибири и Забайкалья. Средняя высота деревьев группы  $(4.80 \pm 0.11)$  м, или 76 % относительно контроля. От средней высоты на участке медленно растущие климатипы отстают на  $0.7\sigma$ . Различия с контролем и средней высотой деревьев всего участка существенные ( $p < 0.001$ ). Анализ дина-

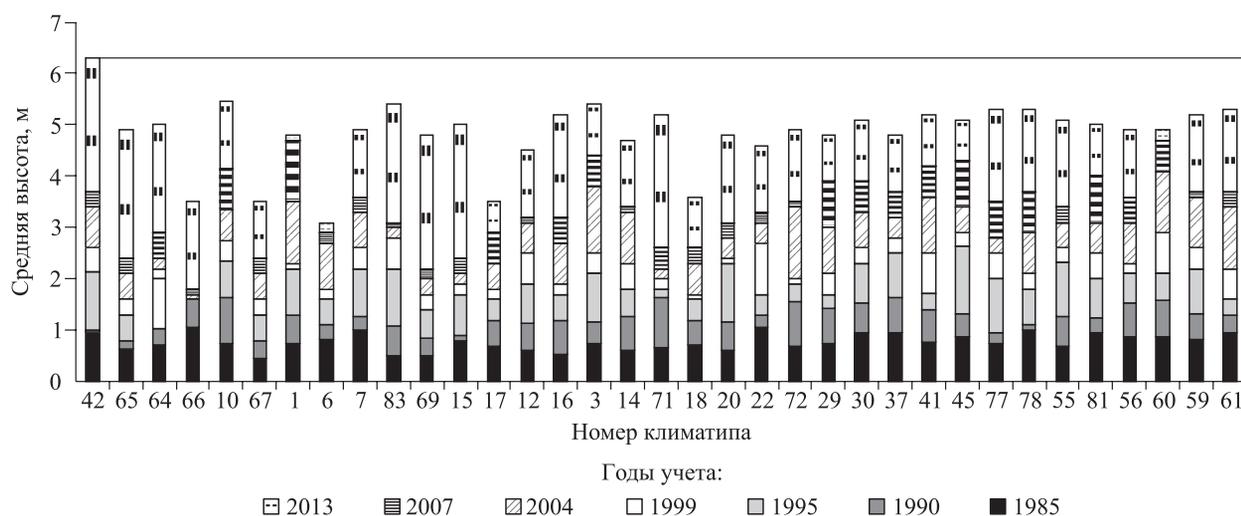


Рис. 5. Средняя высота медленнорастущих климатипов сосны в годы учета.

мики рангового положения роста в высоту показывает, что 53 % климатипов имеют нестабильный рост, 41 % сохраняют низкий рост в течение всего исследуемого периода (рис. 5).

В группе имеются климатипы, генетически сохраняющие небольшие габитуальные параметры, присущие их материнским насаждениям. В основном это северные, относящиеся к подвиду «лапландская»: печенгский Мурманской области (№ 1), чупинский и пряжинский (№ 6 и 7) из Карелии. Сохранность высаженных деревьев у них варьирует в пределах 70–90 %.

В результате анализа материалов инвентаризации 2013 г. в третью группу включены 2 климатипа, ранее выделенные кандидатами в сорта-популяции: № 37 болотнинский из Новосибирской области и № 45 минусинский из Красноярского края. Интенсивность их роста в последние 12 лет значительно снизилась в связи с заболеванием хвои, вызванным ценангиевым некрозом в 24-летнем возрасте.

Низкие рост и сохранность (от 0 до 30 %) отмечены у климатипов сосны из западной, центральной и южной частей ее ареала. Климатипы этих регионов относятся, по Л. Ф. Правдину, к подвидам сосны: «обыкновенная» (см. рис. 1, № климатипов: 10, 12, 14–18, 22, 64–67, 69, 71, 83), «кулундинская» (№ 41, 55), «сибирская» (№ 29, 30, 37, 45, 56, 72, 77, 78, 81) и с Дальнего Востока (№ 56, 59–61). Значительное несоответствие экологических условий пунктов происхождения и испытания оказывает сильное влияние на их адаптацию. Особая требовательность к температурному фактору и осадкам сказывается на интенсивности роста и устойчивости к грибным патогенам (Кузьмин, 2012).

Результаты анализа динамики роста в высоту показывают, что стабильного рангового положения по росту в высоту у многих климатипов нет. Процесс формирования структуры насаждений имеет специфические особенности, обусловленные биологическими свойствами климатипов, в частности морфолого-анатомическими характеристиками хвои, древесины, фенологией роста, глубиной зимнего покоя (Кузьмин и др., 2004, 2008, 2009; Пахарькова и др., 2014). Значительное изменение интенсивности роста произошло у минусинского и болотнинского климатипов, сохраняющих до 25-летнего возраста статус кандидатов в сорта-популяции, но позднее, в 37 лет, занявших низкое ранговое положение.

Между выделенными группами климатипов сосны отмечены существенные различия в высоте ( $p < 0.001$ ), причем с возрастом между быстро- и медленнорастущими климатипами они увеличиваются. Достоверность различий подтверждается дисперсионным анализом, выполненным на группе климатипов с одинаковой густотой древостоев ( $F = 43.6$ ;  $p < 0.01$ ).

Не все климатипы, превосходящие по росту в высоту контрольный вариант, признаны перспективными и рекомендованы в сорта-популяции, так как многие из них отличались низкой устойчивостью к патогенам: обыкновенному и снежному шютте, ценангиевому некрозу и грибам-ржавчинникам. Эпифитотии, вызванные грибными патогенами, зафиксированы в питомнике и в географических культурах в возрасте 2, 8 и 23 года. После перенесенных заболеваний у деревьев часто отмечаются замещение центрального побега, кривизна ствола и формирование кустистой формы кроны. Поэтому, если в

древостое климатипа было более 25 % деревьев с замещением центрального побега и кривизной ствола, эти климатипы не рассматривались в качестве перспективных. Примером могут служить авзянский и белорецкий климатипы (№ 26 и 27) из Башкортостана и воткинский № 24 из Удмуртии, средняя высота деревьев которых превышает среднюю высоту деревьев контроля, но в период заболеваний, вызванных грибными патогенами, они имели более 50 % поврежденных деревьев (Кузьмина, Кузьмин, 2007).

Таким образом, дифференциация сосны обыкновенной по росту в высоту в географических культурах в первую очередь обусловлена генетическими особенностями климатипов, сформированными под действием экологических факторов в местах происхождения, и разной реакцией на экологические факторы в пункте испытания. Анализ корреляционных связей роста в высоту сосны с климатическими факторами места происхождения выявил значительные отрицательные связи: с осадками за вегетационный период  $r = -0.45$  ( $p < 0.001$ ), суммой температур более 10 °C  $r = -0.30$  ( $p < 0.01$ ) и длиной активного вегетационного периода (число дней с температурой выше 10 °C)  $r = -0.31$  ( $p < 0.01$ ). Разная реакция на экологические факторы у климатипов сосны в пункте испытания проявляется в неодинаковой требовательности к климатическим факторам в течение вегетационного периода, а также в разной восприимчивости к грибным патогенам. Эпифитотия, вызванная ценангиевым некрозом в 24-летнем возрасте, остановила рост в высоту и по диаметру климатипов сосны из южных, западных и центральных регионов ареала, имеющих сильную степень повреждения хвои и почек (Кузьмин, 2012).

Известно, что в разных насаждениях деревья имеют определенную стратегию роста. В естественных насаждениях это связано в основном с плотностью стояния деревьев (Бузыкин и др., 2002). В географических культурах при сравнительно одинаковой полноте лимитирующим фактором роста в высоту являются наследственные особенности потомства сосны, обусловленные климатом и лесорастительными условиями в местах происхождения и их реакцией на погодные условия в пункте испытания. Так, исследование динамики годичных приростов у климатипов сосны с одинаковой густотой деревьев на 1 га на участке с суглинистой почвой (Кузьмин и др., 2013) показало, что у сосны из южных

регионов ареала формирование максимальных приростов наступает на 5–8 лет раньше, чем у сосны из северных регионов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выделенные группы климатипов сосны обыкновенной по интенсивности и характеру роста в 37-летнем возрасте достоверно различаются между собой. Ранговое положение исследуемых климатипов в разные возрастные периоды значительно меняется в связи с их биологическими особенностями и разной реакцией на изменение экологических факторов.

Выявлены климатипы сосны, которые до 10–15-летнего возраста имели хороший рост, затем ранговое положение их роста значительно снизилось. Многие климатипы сосны, рекомендованные в сорта-популяции, наоборот, в первые 15 лет жизни имели низкие показатели роста, но позднее, в возрасте 20–37 лет, успешно конкурировали с местным климатипом и существенно его превосходили.

На данном возрастном этапе 18 климатипов из 21, отобранного в 20–25-летнем возрасте в качестве кандидатов в сорта-популяции, подтверждают высокий ранг по росту в высоту и рекомендуются для дальнейших испытаний в Средней Сибири на дерново-подзолистых почвах. Лесосеменное районирование на территории Средней Сибири необходимо корректировать на основании рекомендаций, полученных в результате изучения географических культур (Кузьмина, Кузьмин, 2012).

Результаты анализа динамики роста в высоту, а также длительный фитопатологический мониторинг подтверждают, что объективные выводы по отбору перспективных климатипов возможны только после достижения географическими культурами II класса возраста или, как требуют программа и методика исследований географических культур, с наступлением  $\frac{1}{2}$  возраста рубки, в данном случае он варьирует от 51 до 60 лет.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (№ 14-04-31366, 15-44-04132, 16-05-00496), государственной поддержке ведущих научных школ (НШ-3297.2014.4) и совместной поддержке РФФИ, правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках проекта № 16-44-243031.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агафонова Г. В. Влияние происхождения семян сосны на рост семенного потомства в условиях Среднего Урала // Повышение продуктивности лесов Урала. Свердловск: Уральск. лесотехн. ин-т, 1990. С. 106–109.
- Бузыкин А. И., Пишеничникова Л. С., Суховольский В. Г. Густота и продуктивность древесных ценозов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2002. 152 с.
- 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 // Географические культуры и плантации хвойных в Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. С. 4–110.
- Кузьмин С. Р. Динамика радиального роста сосны обыкновенной в географических культурах на дерново-подзолистой песчаной почве // Хвойные бореальной зоны. 2012. Т. XXX. № 1–2. С. 106–110.
- Кузьмин С. Р., Кузьмина Н. А., Милютин Л. И., Муратова Е. Н. Внутривидовая изменчивость морфологических признаков хвои у сосны обыкновенной в географических культурах Приангарья // Вестн. Томск. гос. ун-та. 2004. № 10. С. 41–45.
- Кузьмин С. Р., Ваганов Е. А., Кузьмина Н. А., Милютин Л. И. Особенности трахеид древесины у климатипов *Pinus sylvestris* (Pinaceae) в географических культурах // Ботан. журн. 2008. Т. 93. № 1. С. 56–60.
- Кузьмин С. Р., Ваганов Е. А., Кузьмина Н. А., Милютин Л. И., Силкин П. П. Плотность устьиц хвои сосны обыкновенной в географических культурах Приангарья // Лесоведение. 2009. № 2. С. 35–40.
- Кузьмин С. Р., Кузьмина Н. А., Ваганов Е. А. Динамика роста сосны обыкновенной в географических культурах // Лесоведение. 2013. № 1. С. 30–38.
- Кузьмина Н. А. Оценка стволовой продуктивности сосны обыкновенной на песчаной почве в географических культурах Приангарья // Лесн. таксация и лесоустройство. 2005. № 2 (35). С. 416–419.
- Кузьмина Н. А., Кузьмин С. Р. Устойчивость сосны обыкновенной разного происхождения к грибным патогенам в географических культурах Приангарья // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. XXIV. № 4–5. С. 454–460.
- Кузьмина Н. А., Кузьмин С. Р. Отбор перспективных климатипов сосны обыкновенной в географических культурах в Красноярском Приангарье // Хвойные бореальной зоны. 2010. Т. XXVI. № 1–2. С. 115–119.
- Кузьмина Н. А., Кузьмин С. Р. Анализ лесосеменного районирования сосны обыкновенной в Средней Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2012. Т. XXX. № 1–2. С. 111–113.
- Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 368 с.
- Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1973. 282 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. 28–34.
- Наквасина Е. Н., Гвоздихина О. А. Оценка состояния и роста географических культур сосны и ели в Архангельской области // Проблемы лесоведения и лесоводства. Архангельск, 2005. С. 58–63.
- Пахарькова Н. В., Кузьмина Н. А., Кузьмин С. Р., Ефремов А. А. Морфофизиологические особенности хвои у разных климатипов сосны обыкновенной в географических культурах // Сиб. экол. журн. 2014. Т. 21. № 1. С. 107–113.
- Правдин Л. Ф. Сосна обыкновенная. М.: Наука, 1964. 190 с.
- Правдин Л. Ф., Вакуров А. Д. Рост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) разного географического происхождения в подзоне хвойно-широколиственных лесов // Сложные боры хвойно-широколиственных лесов и пути ведения лесного хозяйства в лесопарковых условиях Подмосковья. М.: Наука, 1968. С. 160–195.
- Селекция лесных пород / под ред. П. И. Молоткова и др. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 224 с.
- Сидорова Н. С. Сосна обыкновенная в географических культурах Северного Казахстана // Агролесомелиорация в Западной Сибири. Сб. науч. тр. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1982. С. 130–147.
- Чернодубов А. И., Галдина Т. Е., Смогунова О. А. Географические культуры сосны обыкновенной на юге Русской равнины. Воронеж: Изд-во ВГЛТА, 2005. 128 с.
- Шутяев А. М., Вересин М. М. Продуктивность географических популяций сосны обыкновенной // Лесн. хоз-во. 1990. № 11. С. 36–38.
- Giertych M. Provenance variation in growth and phenology // Genetics of Scots Pine. Budapest: Akademiai Kiado, 1991. P. 87–101.
- Kuzmina N. A., Kuzmin S. R. Intraspecific response of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) to pathogens in a provenance trial in middle Siberia // Euras. J. For. Res. 2008. V. 11. N. 2. P. 51–59.

Martinsson O. Testing Scots pine for resistance to Lophodermium needle cast // *Studia Forestalia Suecica*. 1979. № 150. 42 p.

Reich P. B., Oleksyn J. Climate warming will reduce growth and survival of Scots pine except in the far north // *Ecol. Letters*. 2008. V. 11. P. 588–597.

Rehfeldt G. E., Tchebakova N. M., Parfenova Y. I., Wykoff W. R., Kuzmina N. A., Milyutin L. I. Intraspecific responses to climate in *Pinus sylvestris* // *Global Change Biol.* 2002. V. 8. P. 912–929.

## ANALYSIS OF SCOTS PINE CLIMATYPES GROWTH DYNAMICS IN THE PROVENANCE TRIAL IN CENTRAL SIBERIA

**N. A. Kuzmina, S. R. Kuzmin**

*Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch Solitary Unit V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation*

---

E-mail: kuz@ksc.krasn.ru, skr\_7@mail.ru

Differentiation of 83 Scots pine climatypes by height growth at the age of 37 years in the provenance trial was done. Three groups of climatypes were distinguished as: fast-growing, moderate-growing and slow-growing. The research at the age of 20–25 revealed 13 climatypes of 27 from the fast-growing group as candidates to breed-populations. These climatypes are from Krasnoyarsk Krai, Irkutsk Oblast, Kemerovo Oblast, Murmansk Oblast, Karelia, and the Republic of Komi. At the age of 37 years they confirm the status of perspective climatypes in height growth, survival, and resistance to fungal pathogens as it was noted earlier (Kuzmina, Kuzmin, 2007, 2008). The average height of trees of these climatypes exceeds control height by 32 %. The moderate-growing group consists of 18 climatypes, five of them are candidates to breed-populations. The intensity of their growth was reduced but average height is at the level of control average value. The third group has the largest number of climatypes. After the inventory in 2013 two climatypes previously marked as perspective were added into the third group. Last years the intensity of their growth was significantly reduced because of disease caused by cenangium dieback at the 22–24 years old. So the rank status of studied climatypes in different age periods is significantly changeable because of different reaction to ecological factors. The analysis of annual height increments growth confirms that objective conclusions about selection of perspective climatypes could be possible only after 25 years old of pine.

**Keywords:** *Scots pine, provenance trial, growth differentiation, selection, breed-populations, Central Siberia.*

**How to cite:** *Kuzmina N. A., Kuzmin S. R. Analysis of Scots pine climatypes growth dynamics in the provenance trial in Central Siberia // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Siberian Journal of Forest Science). 2016. N. 2: 31–39 (in Russian with English abstract).*