

УДК 630*524.15

ДОЛЯ ПРЯМОСТВОЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ У КЛИМАТИПОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ В СИБИРИ

С. Р. Кузьмин, Н. А. Кузьмина

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 12.03.2024 г.

Выполнен анализ доли кривоствольных деревьев у климатипов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в географических культурах Богучанского лесничества с разными почвенными условиями в южной тайге Красноярского края. В суглинистой почве она оказалась меньше, чем в песчаной, где древостои западных и южных климатипов гораздо чаще подвержены влиянию различных стрессовых факторов, вызывающих в молодом возрасте искривление ствола, в том числе и из-за замещения центрального побега. На суглинистых почвах южных климатипов лесостепных территорий доля таких деревьев значительна. У климатипов из восточных регионов России (Сибирь, Забайкалье, Дальний Восток) и из таежной зоны европейской и азиатской частей ареала сосны она в основном невелика (0–20 %). С увеличением северной широты мест происхождения климатипов, снижением массы исходных семян (из которых выращивались географические культуры) доля прямоствольных деревьев возрастает у потомств климатипов в разных почвенных условиях в географических культурах.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, происхождение, прямоствольность, кривоствольность, перемещение семян.

DOI: 10.15372/SJFS20240603

ВВЕДЕНИЕ

Форма ствола – прямостоячая или искривленная, по мнению многих исследователей, считается наследственным признаком, но в то же время часто является показателем наследственной неустойчивости к грибным болезням, вредителям, заморозкам, навалу снега, ветроустойчивости (Вересин, 1963; Молотков и др., 1982). Исследователи географических культур (Фомин, 1940; Prescher, Ståhl, 1986; Shutyaev, Giertych, 2000; Николаева и др., 2016) отмечали, что большей кривоствольностью отличаются южные и восточные климатипы. Признак прямизны ствола связывают как с лесорастительными условиями, так и с сомкнутостью насаждений. Так, согласно В. Л. Черепнину (1980), в географических культурах сосны (*Pinus* L.) в северной лесостепи качество ствола значительно лучше, чем в культурах, созданных в южной

лесостепи, также он отмечал повышение количества искривленных стволов при редком размещении культур независимо от происхождения сосны. В географических культурах, созданных в условиях лесостепной зоны Верхнего Приобья (Сузунское лесничество Новосибирской обл.), потомство местной популяции характеризуется сильной степенью искривленности и вильчатости стволов (Тараканов и др., 2001). Авторы отмечают, что искривленность и вильчатость являются наследственно закрепленными признаками у сузунской сосны, и предполагают, что при целевом отборе семенных деревьев закрепленный эффект вильчатости будет в значительной мере подавлен.

Важность условий испытания и возраста географических культур при исследовании прямоствольности деревьев сосны в Западном Забайкалье подчеркивала Т. Н. Новикова (2006). В 24-летнем возрасте доля искривленных де-

ревьев у балгазынского климатипа возрастает до 14.1 % по сравнению с 15-летним возрастом. Климатипы из северных пунктов ареала сосны (северо-енисейский и туруханский) в Западном Забайкалье имеют худшее качество стволов (до 19.2 % искривленных деревьев), что объясняется способностью северных климатипов в условиях с более продолжительным периодом вегетации образовывать вторичный прирост, который повреждается ранними осенними заморозками, что приводит к многостволости (Новикова, 2006). Таким образом, форма или степень искривленности стволов у деревьев является важным показателем технического качества дерева по выходу деловых и полуделовых сортиментов. Кривизна стволов приводит к образованию повышенных отходов и потерь древесины (Мелехов и др., 2013). В связи с этим данный показатель важен при отборе перспективных климатипов в географических культурах.

Цель работы – оценить долю прямоствольных деревьев у сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) разного происхождения в географических культурах Богучанского лесничества. Анализ различий между происхождениями сосны и сравнение реакции потомств в разных почвенных условиях экспериментальных участков, расположенных в одинаковых климатических условиях южной тайги Красноярского края, проводится впервые.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований были географические культуры сосны обыкновенной, созданные в 1977 г. в Богучанском лесхозе Красноярского края (58°39' с. ш., 97°30' в. д.). По лесорастительному районированию (Коротков, 1994) Богучанское лесничество расположено в Ангарском округе южно-таежных и подтаежных светлехвойных лесов. Большая часть округа представлена сосновыми и лиственничными лесами (Жуков и др., 1969). При создании и изучении географических культур использовали программу и методику ВНИИЛМ (Изучение..., 1972). Географические культуры создавались 3-летними сеянцами на участках с разными почвенными условиями. Первый участок (№ 1) площадью 15 га расположен на старой вырубке, возобновившейся сосной, с дерново-подзолистой песчаной почвой с маломощным гумусовым горизонтом (до 3 см), тип леса – сосняк бруснично-толокнянковый, состав древостоя 10С.

Второй участок (№ 2) площадью 9 га размещен на старой залежи, поверхность участка ровная, почва темно-серая лесная суглинистая, с мощным гумусовым горизонтом (до 40 см), тип леса – сосняк разнотравный с составом 9С1Л. Почва участка более богата микробиологическими соединениями, азотом, фосфором, калием (Наумова и др., 2009; Naumova et al., 2009). Анализ архивных климатических характеристик климатических экотипов проводился по данным серии «Справочник по климату СССР» (1964–1969).

Подготовка почвы проводилась по системе сплошной зяблевой вспашки на глубину 20–30 см. Географические культуры создавались 3-летними сеянцами, высаженными рядами в отдельные блоки, преимущественно в однократной повторности, контроль – богучанский климатип (авторский номер 42), имел четырехкратную повторность, данные по которой усреднялись. Посадку культур проводили под меч Колесова. Расстояние между рядами 1.5 м, расстояние между деревьями в ряду 0.75 м. Примерная густота посадки (фактическая) – 8000 шт./га. Каждое потомство климатипа занимает площадку 50 × 18 м. В географических культурах испытываются потомства 83 климатических экотипов (далее называемые климатипами) с диапазоном происхождений от Латвии до Хабаровского края и от Мурманской области до Казахстана. Список климатипов представлен ранее (Кузьмина, Кузьмин, 2007; Kuzmina, Kuzmin, 2008). Климатипы представляют собой популяции разного географического происхождения, сформировавшиеся в различных физико-климатических условиях (Изучение..., 1972). Термин климатип имеет синонимы: происхождение, провениенция. Термин «климатический экотип» (климатическая раса, или разновидность) является более крупной номенклатурной единицей, чем «климатип» (Правдин, 1964).

В 37-летнем возрасте средняя высота деревьев на песчаной почве по климатипам варьирует от 3.5 ± 0.25 до 9.7 ± 0.30 м, на суглинистой – от 11.9 ± 0.19 до 18.2 ± 0.20 м. Средний диаметр на песчаной почве составляет 5.4 ± 0.13 см, пределы варьирования – от 2.7 ± 0.24 до 8.4 ± 0.32 см, на суглинистой почве средний диаметр – 15.6 ± 0.24 см, пределы варьирования – от 10.0 ± 0.52 до 22.0 ± 0.85 см. Средняя сохранность на песчаной почве составляет 62 %, на суглинистой – 26 %.

Учет формы ствола проводили в 28 лет при сплошном учете деревьев и в 37 лет при изме-

рении высот и диаметров в количестве от 50 до 100 деревьев по каждому из вариантов. В результате учета определялась доля (%) прямых деревьев в древостое каждого климатипа, при этом к кривоствольным относились деревья с любой степенью искривления как в нижней, так и в верхней частях ствола. Этот подход позволяет упростить и ускорить учет и анализ климатипов по форме ствола, особенно когда речь идет о нескольких тысячах исследуемых деревьев. В то же время, существуют методические подходы с дробной балльной оценкой кривизны ствола и отдельным учетом таких признаков, как многоствольность, многовершинность, сучковатость (Шавнин и др., 2019). Авторами данного методического подхода сделан вывод о том, что именно кривизна ствола является признаком, наиболее важным для достоверного выявления различий между сравниваемыми древостоями на пробных площадях в природных и искусственно созданных насаждениях.

Ранее в исследуемых географических культурах на участке с песчаной почвой проведен анализ устойчивости климатипов к вспышкам грибных заболеваний (Кузьмина, Кузьмин, 2009) и обнаружены морозобойные повреждения годичных колец (Кузьмин, 2012).

В ходе статистической обработки результатов использовался частотный анализ распределения данных, корреляционный анализ Пирсона и Спирмена, множественный регрессионный анализ (Statistica 8.0).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В условиях песчаной почвы доля прямоствольных деревьев у климатипов варьирует от 0 % (гаваньский (№ 15) (Брянская обл.), челнавский (№ 16) (Тамбовская обл.), воронежский (№ 17) (Воронежская обл.), вольский (№ 20) (Саратовская обл.), дубровицкий (№ 66) (Ровенская обл., Украина) и ленинский (№ 67) (Гомельская область, Беларусь)) до 100 % (кандалакшский (№ 2) (Мурманская обл.), плесецкий (№ 3) (Архангельская обл.), чупинский (№ 6) и пряжинский (№ 7) (Карелия), корткеросский (№ 63) (Коми), енисейский (№ 47) (Красноярский край), читинский (№ 81) (Забайкальский край)). Среднее значение на экспериментальном участке равно 67 %, медиана – 78 %. Выявлена сильная левосторонняя асимметрия ряда распределения, пик не острый (коэффициент асимметрии равен -0.96 ± 0.27 , коэффициент эксцес-

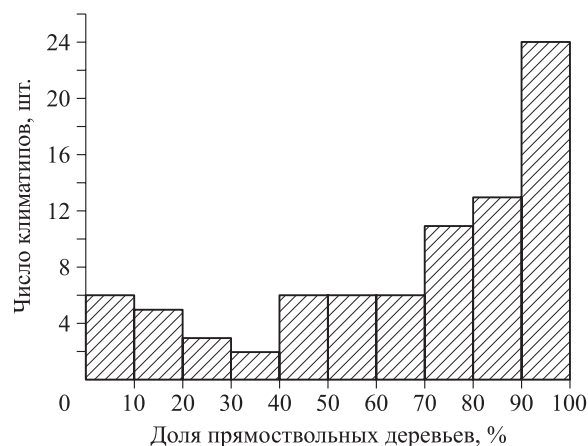


Рис. 1. Распределение значений доли прямоствольных деревьев у климатипов в условиях песчаной почвы.

са -0.24 ± 0.53). Распределение ненормальное (рис. 1).

Коэффициент изменчивости признака очень высокий и равен 47 %, по доле прямоствольных деревьев климатипы сильно дифференцированы. В ходе анализа условно выделены группы климатипов – с низкой долей (< 50 %) прямоствольных деревьев (22 климатипа) и с высокой долей (> 80 %) прямоствольных деревьев, представленную большим числом климатипов (37).

Контрольный вариант (№ 42, см. рис. 3 и 6) имеет 87 % прямоствольных деревьев. Значение этого показателя выше 80 % отмечается у 48 % исследуемых климатипов, что можно считать приемлемым при отборе лучших происхождений. Самая сильная связь, при которой регрессионная линейная модель наиболее точно описывает зависимость доли прямоствольных деревьев от климатических характеристик мест происхождения климатипов отмечается с суммой температур $> 10^\circ\text{C}$ ($y = -0.056 \cdot x + 169.8$; $r = -0.78$; $p < 0.001$; $R^2 = 0.61$; $n = 82$) (рис. 2). Связь отрицательная.

Климатипы из более холодных условий имеют в географических культурах 100 % прямоствольных деревьев, что подтверждается значимыми отрицательными корреляциями (Спирмена) с длиной активного вегетационного периода ($r = -0.78$; $p < 0.001$) и с продолжительностью безморозного периода ($r = -0.57$; $p < 0.001$). Выявлена отрицательная связь между долей прямоствольных деревьев и массой семян материнских насаждений ($r = -0.66$; $p < 0.001$). Положительные значимые связи отмечаются с северной широтой ($r = 0.53$; $p < 0.001$) и восточной долготой ($r = 0.35$; $p < 0.01$). На прямизну стволов на участке с песчаной почвой положи-

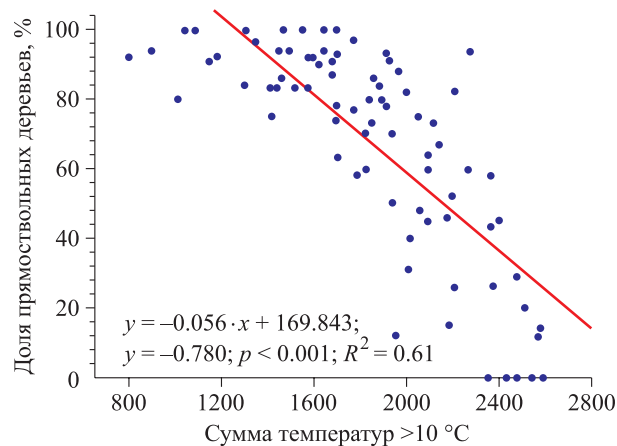


Рис. 2. Регрессионная линейная модель зависимости доли прямоствольных деревьев у климатипов сосны в условиях песчаной почвы от суммы температур $> 10^{\circ}\text{C}$ в пунктах происхождения.

тельное влияние оказывает густота древостоя ($r = 0.46$; $p < 0.001$).

Полученные результаты частично согласуются с общими закономерностями, отмеченными в литературе по сосне обыкновенной из разных пунктов произрастания. По мнению П. И. Молоткова и соавт. (Селекция... 1982), южные и

восточные климатипы сосны имеют большую кривоствольность. Понятие «южных и восточных» климатипов довольно широкое, и если связь с широтой объясняется тем, что южные в основном приурочены к регионам с высокой теплообеспеченностью, то в случае с долготой она слабая. В нашем эксперименте большая доля кривых стволов сосны ($> 40\%$) выявлена как у южных климатипов Европейской части России, так и у некоторых юго-восточных климатипов – долонского из восточной части Казахстана и чемальского из Республики Алтай (рис. 3).

Климатипы, приуроченные к самым восточным регионам ареала сосны в России – свободненский из Амурской области и аянский из Хабаровского края, имеют более высокую прямоствольность (82–83%). Прямоствольность около 100% отмечается у представителей Европейского Севера, а также читинского климатипа из Забайкалья.

Сравнительный анализ прямоствольности, проведенный на Европейском Севере (Наквасина и др., 2018) на примере представителей сосны из северной (пинежский климатип), средней (плесецкий) и южной тайги (тотемский), показал

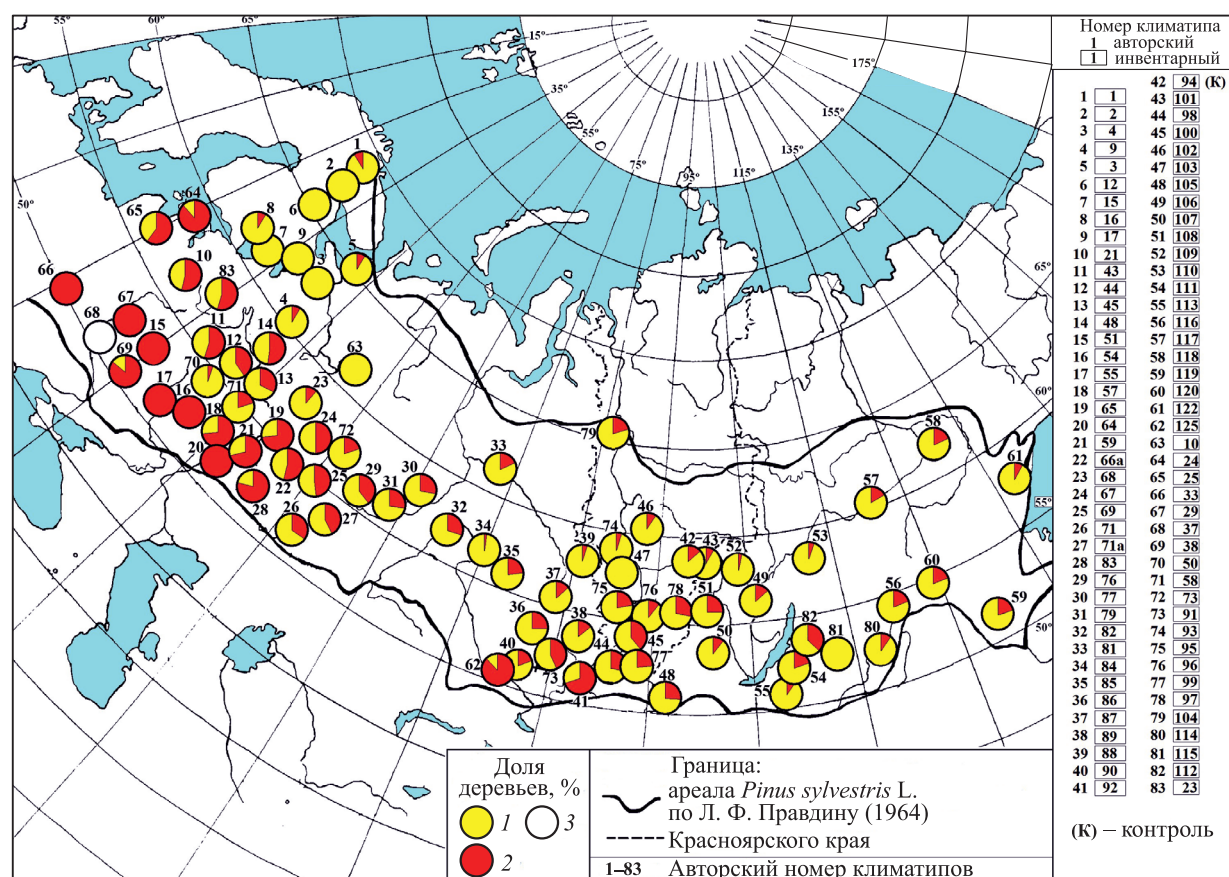


Рис. 3. Соотношение прямоствольных (1) и искривленных (2) деревьев у климатипов сосны в географических культурах на участке с песчаной почвой (3 – утраченный климатип).

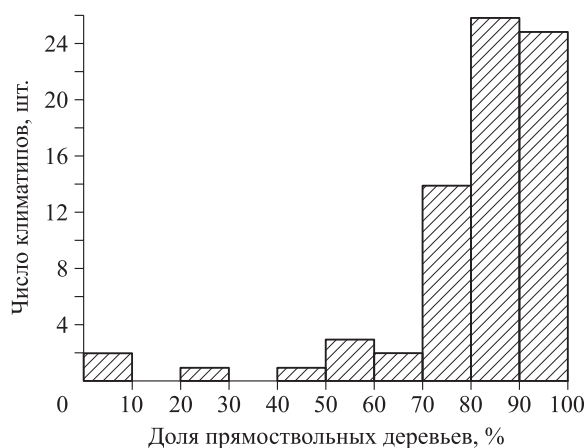


Рис. 4. Распределение значений доли прямоствольных деревьев у климатипов в условиях суглинистой почвы.

меньшую прямоствольность у южного климатипа, что согласуется с нашими результатами. В географических культурах в Западном Забайкалье (Новикова, 2006) низкое качество стволов, с искривлениями от 14.1 до 19.2 % деревьев, отмечается у климатипов из северных пунктов ареала сосны – северо-енисейского и туруханского. Эти же климатипы в Богучанском лесничестве имеют соответственно 9 и 20 % искривленных деревьев на песчаной почве и 3–5 % на суглинистой.

В условиях суглинистой почвы доля прямоствольных деревьев у климатипов варьирует от 0 до 100 %, среднее значение 83 %, медиана – 88 %. Выражена сильная левосторонняя асимметрия распределения и острый пик (коэффициент асимметрии равен -2.80 ± 0.28 , коэффициент эксцесса 9.48 ± 0.55). Распределение ненормальное (рис. 4).

Коэффициент изменчивости повышенный – 23 %. Большинство климатипов имеет долю прямоствольных деревьев в пределах 80–100 %, менее 70 % прямоствольных сосен имеют 8 климатипов. Доля прямоствольных деревьев у контроля (инвентарный номер 94) 91 %. Значение этого показателя выше только у 33 % сохранившихся климатипов.

В условиях суглинистой почвы, как и на песчаной, проявляются значимые корреляционные связи между долей прямоствольных деревьев и климатическими характеристиками мест происхождения климатипов. Отмечается отрицательная связь с суммой температур $> 10^\circ\text{C}$ ($y = -0.026 \cdot x + 128.344$; $r = -0.55$; $p < 0.001$; $R^2 = 0.30$; $n = 74$) (рис. 5).

Климатипы из более теплых регионов имеют меньшую долю прямоствольных деревьев в

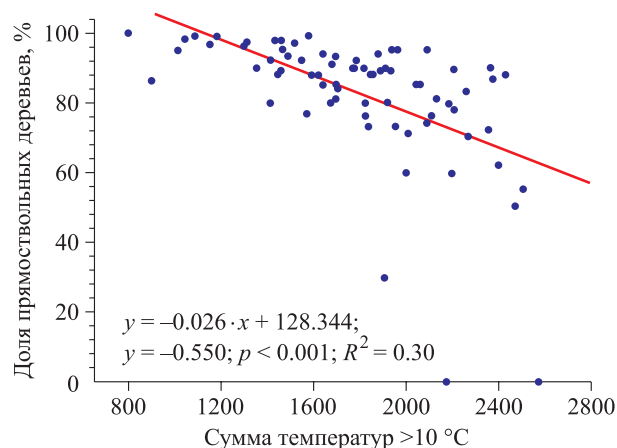


Рис. 5. Регрессионная линейная модель зависимости доли прямоствольных деревьев у климатипов сосны в условиях суглинистой почвы от суммы температур $> 10^\circ\text{C}$ в пунктах происхождения.

пункте испытания. Полным отсутствием прямоствольных деревьев в условиях суглинистой почвы выделяются потомства долонского климатипа (№ 62) из Казахстана и великолукского (№ 10) из Псковской области. Небольшое количество прямоствольных деревьев (30–62 %) отмечается у кяхтинского климатипа (№ 55) из Бурятии, мелекесского (№ 21) из Ульяновской, бузулукского (№ 28) из Оренбургской, свободненского (№ 59) из Амурской, куровского (№ 11) из Московской областей и дюртюлинского (№ 25) из Башкортостана. Все деревья печенгского климатипа (№ 1) – прямоствольные (рис. 6).

Значимые отрицательные корреляционные связи (по Спирмену) исследуемого показателя отмечаются с массой исходных семян ($r = -0.61$; $p < 0.001$). Характеристика посевных качеств семян, использованных для создания объектов по программе 1972 г., приведена в монографии А. М. Шутяева (2007). Чем меньше масса исходных семян (из которых выращивались географические культуры), тем больше доля прямоствольных деревьев у потомств климатипов в географических культурах. Примерно такие же отрицательные значения коэффициента корреляции отмечаются с суммой температур $> 10^\circ\text{C}$ ($r = -0.65$; $p < 0.001$), длиной активного вегетационного периода ($r = -0.56$; $p < 0.001$); продолжительностью безморозного периода ($r = -0.42$; $p < 0.001$). Выявлены положительные значимые связи с северной широтой ($r = 0.70$; $p < 0.001$), что подтверждает закономерную изменчивость данного показателя. Чем севернее место происхождения климатипа, тем меньше кривоствольных деревьев у его потомства в географических культурах.

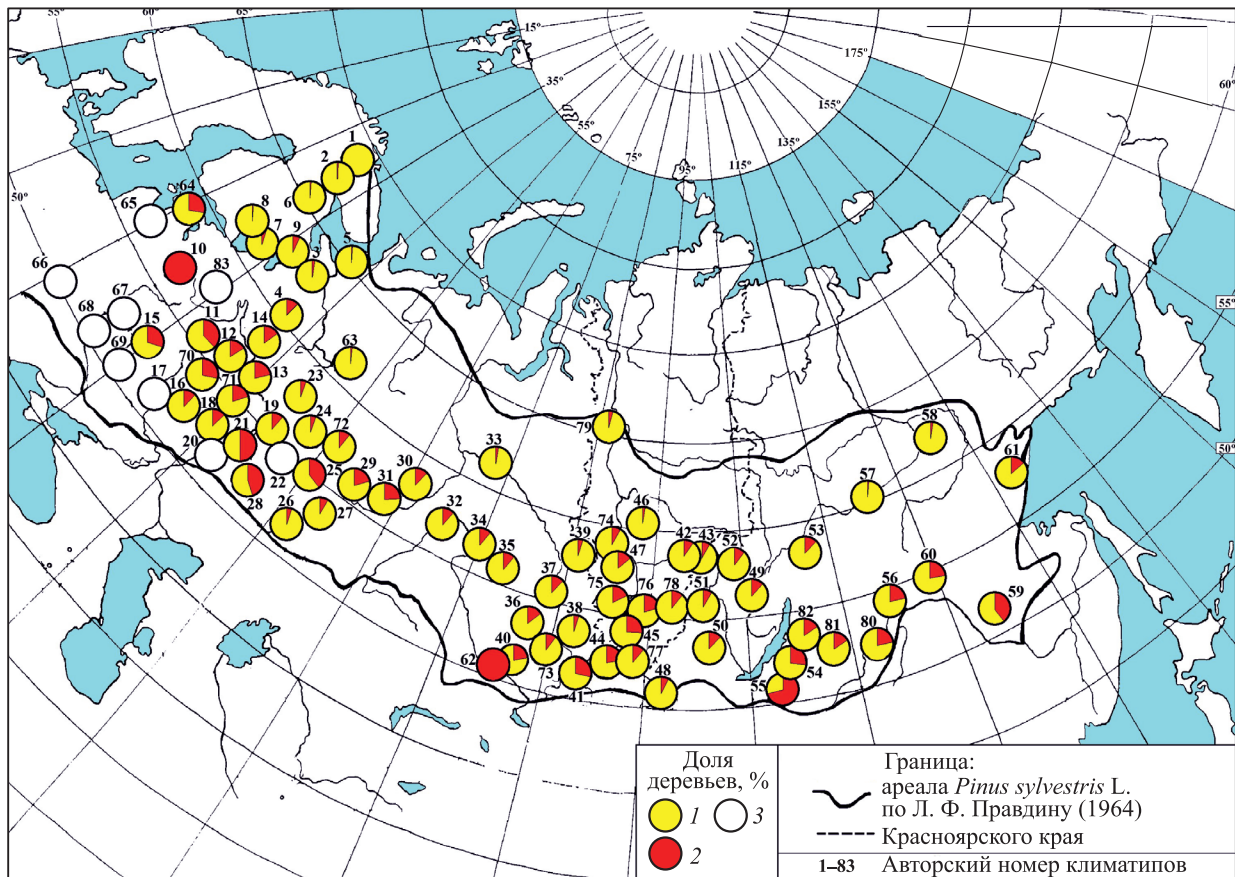


Рис. 6. Соотношение прямоствольных (1) и искривленных (2) деревьев у климатотипов сосны в географических культурах на участке с суглинистой почвой (3 – утраченные климатотипы; инвентарные номера см. рис. 3).

Связь с густотой древостоев ($r = 0.29$; $p < 0.05$) в условиях суглинистой почвы менее значительна, чем на песчаной, что объясняется высоким варьированием густоты древостоев, вызванной разной адаптивной реакцией климатотипов к условиям выращивания. Коэффициент изменчивости сохранности деревьев у климатотипов в условиях суглинистой почвы составляет 57 %, а на песчаной почве – 32 %. В целом полученные результаты отражают закономерности, отмеченные на песчаной почве. Результаты исследования используются при отборе перспективных климатотипов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования показывают, что процент кривоствольных деревьев у климатотипов сосны в условиях суглинистой почвы в среднем в два раза меньше, чем в условиях песчаной. На суглинистой почве изменчивость доли прямоствольных деревьев существенно ниже, абсолютное большинство климатотипов имеют более 70 % прямоствольных деревьев. Очевидно, что растения в молодом возрасте в условиях сугли-

нистой почвы меньше подвержены стрессовым факторам. В условиях песчаной почвы насаждения западных и южных климатотипов сосны больше подвергались морозобойным повреждениям (Кузьмин, 2012), ветровым нагрузкам, экстремальным засухам и грибным болезням (Кузьмина, Кузьмин, 2009), вызывающим в молодом возрасте замещение центрального побега. Возможно, при достижении 100-летнего возраста и с увеличением объема ствола деревьев, выявленная в молодом возрасте слабая степень кривизны в верхней части деревьев будет менее заметной или не заметной у деревьев некоторых климатотипов, особенно у сосны из Сибири. В связи с этим можно отметить, что объективную оценку прямизны ствола у климатотипов в географических культурах в условиях песчаной почвы необходимо проводить в старшем возрасте, начиная с IV–V класса возраста древостоя.

В географических культурах на песчаной и суглинистой почвах отмечаются разные закономерности в изменчивости исследуемого показателя. В условиях песчаной почвы с увеличением восточной долготы мест происхождения климатотипов выявлено значительное увеличение

доли прямоствольных деревьев. С увеличением северной широты мест происхождений климатипов значимо возрастает доля прямоствольных деревьев на обоих участках, особенно на песчаной почве. Климатипы происхождения из Восточной Сибири, Забайкалья и Дальнего Востока, также как из таежных районов европейской и азиатской частей ареала сосны, в географических культурах имеют небольшое количество искривленных и кривоствольных деревьев.

Работа выполнена в рамках базового проекта ИЛ СО РАН «Биоразнообразие лесов Сибири: эколого-динамический, генетико-селекционный, физико-химический и ресурсно-технологический аспекты» (FWES-2024-0028).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вересин М. М. Лесное семеноводство. М.: Гослесбумиздат, 1963. 158 с.
- Жуков А. Б., Коротков И. А., Кутафьев В. П. Леса Красноярского края // Леса СССР. М.: Наука, 1969. Т. 4. С. 248–320.
- Изучение имеющихся и создание новых географических культур: Программа и методика работ / Под ред. Е. П. Проказина. Пушкино: ВНИИЛМ, 1972. 52 с.
- Коротков И. А. Лесорастительное районирование России и республик бывшего СССР // Углерод в экосистемах лесов и болот России / Под ред. В. А. Алексеева, Р. А. Бердси. Красноярск: Экос, 1994. С. 29–47.
- Кузьмин С. Р. Динамика радиального роста сосны обыкновенной в географических культурах на дерново-подзолистой песчаной почве // Хвойные бореал. зоны. 2012. Т. 30. № 1–2. С. 106–110.
- Кузьмина Н. А., Кузьмин С. Р. Устойчивость сосны обыкновенной разного происхождения к грибным патогенам в географических культурах Приангарья // Хвойные бореал. зоны. 2007. Т. 24. № 4–5. С. 454–460.
- Кузьмина Н. А., Кузьмин С. Р. Селекция сосны обыкновенной по устойчивости к грибным патогенам в географических культурах // Хвойные бореал. зоны. 2009. Т. 26. № 1. С. 76–81.
- Мелехов В. И., Корчагов С. А., Бабич Н. А. Комплексная оценка качества древесины хвойных пород в культурах. Архангельск: САФУ, 2013. 130 с.
- Наквасина Е. Н., Прожерина Н. А., Чупров А. В., Беляев В. В. Реакция роста сосны обыкновенной на климатические изменения в широтном градиенте // ИВУЗ. Лесн. журн. 2018. № 5. С. 82–93.
- Наумова Н. Б., Макарикова Р. П., Тараканов В. В., Кузьмина Н. А., Новикова Т. Н., Милютин Л. И. Влияние климатипов сосны обыкновенной на некоторые химические и микробиологические свойства почв // Сиб. экол. журн. 2009. Т. 16. № 2. С. 287–292.
- Николаева М. А., Жижунов А. В., Голиков А. М. 36-летний опыт изучения географических культур сосны обыкновенной в Псковской области // ИВУЗ. Лесн. журн. 2016. № 5 (353). С. 22–33.
- Новикова Т. Н. Качество ствола у географических потомств сосны обыкновенной в условиях Западного Забайкалья // Лесн. хоз-во. 2006. № 6. С. 42–43.
- Правдин Л. Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. М.: Наука, 1964. 190 с.
- Селекция лесных пород / П. И. Молотков, И. Н. Патлай, Н. И. Давыдова и др. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 224 с.
- Справочник по климату СССР. М.: Гидрометеиздат, 1964–1969.
- Тараканов В. В., Демиденко В. П., Ишутин Я. Н., Бушков Н. Т. Селекционное семеноводство сосны обыкновенной в Сибири. Новосибирск: Наука, 2001. 230 с.
- Фомин Ф. И. Опыт районирования семенного хозяйства обыкновенной сосны на основе изучения ее климатических экотипов // Исследования по лесосеменному делу: Сб. тр. ЦНИИЛХ. Л.: Гослестехиздат, 1940. С. 3–106.
- Черепнин В. Л. Изменчивость семян сосны обыкновенной. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. 181 с.
- Шавнин С. А., Овчинников И. С., Монтиле А. А., Голиков Д. Ю. Оценка формы ствола и кроны сосны обыкновенной по комплексу морфологических признаков // Лесоведение. 2019. № 1. С. 64–74.
- Шутяев А. М. Изменчивость хвойных видов в испытательных культурах Центрального Черноземья. М.: ВНИИЛМ, 2007. 296 с.
- 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. Iss. 2. P. 51–59.
- Naumova N. B., Makarikova R. P., Tarakanov V. V., Kuz'mina N. A., Novikova T. N., Milyutin L. I. Influence of climatypes of Scots pine on certain chemical and microbiological characteristics of soils // Contemp. Probl. Ecol. 2009. V. 2. N. 2. P. 147–151 (Original Rus. Text © N. B. Naumova, R. P. Makarikova, V. V. Tarakanov, N. A. Kuz'mina, T. N. Novikova, L. I. Milyutin, 2009, publ. in Sib. Ekol. Zhurn. 2009. V. 16. N. 2. P. 287–292).
- Prescher F., Ståhl E. G. The effect of provenance and spacing on stem straightness and number of spike knots of Scots pine in south and central Sweden // Stud. For. Suec. 1986. N. 172. 12 p.
- Shutyayev A. M., Giertych M. Genetic subdivisions of the range of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) based on a transcontinental provenance experiment // Silvae Genet. 2000. V. 49. N. 3. P. 137–151.

PROPORTION OF STRAIGHT-STEMMED TREES OF SCOTS PINE CLIMATYPES IN THE PROVENANCE TRIAL IN SIBERIA

S. R. Kuzmin, N. A. Kuzmina

V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch

Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch

Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation

E-mail: kuz@ksc.krasn.ru, skr_7@mail.ru

The analysis of crooked trees proportion of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) climatypes was conducted in the provenance trial of Boguchansky forestry district with different soil conditions in the southern taiga of Krasnoyarsk Krai. Averagely, the results of the study showed significantly lower proportion of crooked pine trees in conditions of loam soil, than in conditions of sandy soil. The plantations of western and southern pine climatypes are exposed to different stress factors in conditions of sandy soil. As a result, in young age trees had contortion of stem, including replacement of central shoot. The southern climatypes from forest-steppe territories are differ with high proportion of crooked trees on sandy and loam soils. There are differences in regularities of stem shape variability in the different soil conditions. The significant proportion increase of trees with straight stem was revealed with eastern longitude of origin place increasing in conditions of sandy soil. Mainly, the climatypes from eastern regions of Russia (Siberia, Zabaikalie, Far East) have small percentage (0–20 %) of crooked trees in the provenance trial of Boguchany forestry. The more northerner latitude of climatypes origin places is – the more proportion of trees with straight stems on experimental plots with different soil condition is. The posterities of Scots pine from northern, middle and southern taiga, from European and Asian parts of species range, have small percentage of crooked trees.

Keywords: *Scots pine, provenance, stem straightness, crookedness of trees, seed transfer.*

How to cite: Kuzmin S. R., Kuzmina N. A. Proportion of straight-stemmed trees of Scots pine climatypes in the provenance trial in Siberia // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2024. N. 6. P. 17–24 (in Russian with English abstract and references).