

УДК 630*165.51

СИБИРСКИЕ КЛИМАТИПЫ СОСНЫ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ: ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПО РОСТУ И ЦВЕТУ МИКРОСТРОБИЛОВ

Т.Н. Новикова

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

Исследована интенсивность мужского цветения и структура потомств сибирских климатипов сосны по цвету микростробилов в географических культурах Западного Забайкалья. Наблюдается положительная корреляционная связь встречаемости «желтопыльниковых» форм с теплообеспеченностью в районах произрастания материнских насаждений

Ключевые слова: сосна обыкновенная, географические культуры, климатипы, изменчивость, микростробилов

Structure of progenies Siberian climatypes of Scots pine in colors microstrobils in provenances trial in the West Trans-Baikal region has been investigated. Positive correlation with indexes of *f. sulfuranthera* and indexes of providing with warmth in regions location of the native populations of Scots pine observed.

Key words: Scots pine, provenances trial, climatypes, variability, microstrobils

ВВЕДЕНИЕ

Сосна обыкновенная является представителем однодомных раздельнополых древесных растений: особи данного вида имеют мужские и женские генеративные структуры или располагают потенциалом их образования в процессе онтогенеза. Для сосны характерно также проявление двудомности (Некрасова, 1959; Правдин, 1964; Мамаев, 1972 и др.). Морфометрические признаки женских и мужских генеративных органов наиболее часто привлекаются для изучения внутривидовой структуры древесных растений и таксономических построений. При этом, наряду с количественными признаками изучаются (как наиболее стабильные) качественные признаки генеративных структур, к их числу относится окраска микростробилов, которая в сосновых насаждениях варьирует от желтого до малинового цвета, что послужило основанием для выделения двух форм - *f. sulfuranthera* и *f. erythranthera*.

В пределах ареала структура популяций по данному признаку может быть однородной или изменяться в зависимости от эколого-географического происхождения сосны, то есть микростробилов особей в популяциях могут иметь как одинаковую, так и различающуюся в различных соотношениях окраску.

Существует предположение (Некрасова, 1959, 1960; Козубов, 1962; Жаркова, 1974; Черепнин, 1980) о том, что «краснопыльниковая» форма сосны по сравнению с «желтопыльниковой» наиболее адаптирована к жестким для вида условиям существования.

Географические культуры в этой связи служат моделью для изучения процессов адаптации сосны и эволюции климатипов и популяций на фоне региональных или глобальных изменений климата.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Географические культуры в Западном Забайкалье (Заудинский лесхоз, Бурятия) были созданы в 1979 году Институтом леса и древесины СО АН СССР (В.Л. Черепнин, Т.Н. Новикова). Создание этих культур и их изучение проводились по единой методике закладки государственной сети географических культур основных лесообразующих видов. Климат в районе исследований засушливый, резко континентальный.

Таблица 1 - Характеристика района выращивания географических культур сосны

Координаты		Период вегетации, дни	Осадки за год, мм	Континентальность, %
с.ш.	в.д.			
51°50'	107°40'	149	241	90

Для создания географических посевов использовались семена сосновых насаждений из наиболее распространенных для конкретных районов типов леса и классов бонитета. Измерение показателей линейного и радиального роста производилось по общепринятой в лесной таксации методике. Интенсивность цветения климатипов определялась по доле участия деревьев с хорошо развитым мужским генеративным ярусом по отношению к общему их числу, затем в пределах каждого климатипа были выделены формы деревьев, различающиеся по цвету микростробилов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 11-04-00033 и № 11-04-92226-Монг_а



Рисунок - Карта-схема мест происхождения сосновых насаждений

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В данной работе представлены результаты изучения показателей роста культур, а также интенсивности мужского цветения и структуры потомств по окраске микростробиллов на примере 12 климатипов сосны, выращенных в условиях резко континентального засушливого климата Западного Забайкалья (Рис.).

Для анализа, изучаемые климатипы были разделены на 3 группы. Первая группа (58°39' - 66°00' с.ш.) – Туруханский, Северо-Енисейский, Богучанский, Нижне-Енисейский климатипы, в разной степени удалены к северу и представляют в Средней Сибири районы с низкой теплообеспеченностью и избыточным увлажнением.

Вторая группа климатипов (Канский, Ачинский, Ермаковский, Даурский) представляет близкие к оптимальным по тепло- и влагообеспеченности местообитания сосны, расположенные в центральных и южных районах Средней Сибири (53°00' - 56°17' с.ш.). Третья группа (51°00' - 53°45') представляет сосну из южных районов Сибири (Балгазынский, Минусинский, Заудинский, Кяхтинский климатипы). Заудинский климатип является контролем по отношению к вышеперечисленным климатипам, его расположение на карте обозначено квадратом и совпадает с пунктом проведения эксперимента.

В первой группе представлены подвиды сосны сибирская (*P. s. ssp. sibirica* Ldb.) и сосна северная

или лапландская (*P. s. ssp. lapponica* Fries). Вторую группу представляет подвид сосна сибирская (*P. s. ssp. sibirica* Ldb.), третью – подвиды сосна кулундинская (*P. s. ssp. kulundensis* Sukaczew) и сосна сибирская (*P. s. ssp. sibirica* Ldb.). Климатические параметры мест происхождения материнских насаждений значительно различаются (табл. 1), в связи с широкой географической амплитудой мест заготовки семян (от 51° до 66° с.ш. и от 88° до 110° в.д.), используемых для создания географических культур.

На примере 12 климатипов обнаружено, что линейный рост сосны 32-летнего возраста варьирует в значительных пределах от 4,9 до 8,6 м, при этом минимальный показатель высоты характерен для сосны Туруханского климатипа, произрастающей у северной границы ареала в Средней Сибири (табл. 2). Максимальная высота (8,6 м) характерна для потомства Ермаковского климатипа из оптимальных условий на юге Красноярского края. Высота климатипов из лесостепных районов Южной Сибири варьирует в пределах 7,1-7,6 м.

Диаметры деревьев исследуемых климатипов так же значительно изменяются - от 7,9 см (Туруханский) до 13,3 см (Минусинский). Между высотой и диаметром существует положительная корреляционная связь, которая отражается коэффициентом корреляции $R=0,70$. Наименьшим отношением высота/диаметр характеризуются климатипы из неблагоприятных, по какому либо из климатических факторов (дефицит тепла или влаги) условий

произрастания материнских насаждений. В целом показатели роста климатипов в новых условиях реализуются в соответствии с нормой реакции в

результате взаимодействия генотип-среда и наследственным потенциалом роста, характерным для исходных насаждений (Новикова, 2002).

Таблица 2 - Характеристика мест происхождения и показатели роста климатипов сосны в географических культурах 32-летнего возраста

Климатипы		Координаты		Показатели роста		Классы бонитета	
		с.ш.	в.д.	H, м	D, см	исходных насаждений	потомств
Северная, средняя и южная тайга (Средняя Сибирь)							
Богучанский	Красноярский	58°39'	97°30'	7,2	10,4	III	IV
Н.-Енисейский	Красноярский	60°21'	87°49'	7,2	10,1	III	IV
С.-Енисейский	Красноярский	60°25'	93°00'	6,4	9,8	IV	IV
Туруханский	Красноярский	66°00'	89°00'	4,9	7,9	V	V
Лесостепная зона (центральные и южные районы Средней Сибири)							
Ермаковский	Красноярский	53°00'	94°00'	8,6	11,1	III	III
Ачинский	Красноярский	56°17'	90°30'	7,6	11,4	III	IV
Даурский	Красноярский	55°22'	92°18'	7,2	11,1	III	IV
Каннский	Красноярский	56°12'	95°41'	7,0	9,9	III	IV
Лесостепная зона (южные районы Средней Сибири и Забайкалья)							
Минусинский	Красноярский	53°45'	91°45'	7,5	13,3	III	IV
Балгазынский	Тыва	51°00'	95°12'	7,5	13,2	V	IV
Кяхтинский	Бурятия	50°27'	106°15'	7,4	11,9	III	IV
Заудинский	Бурятия	51°50'	110°00'	7,1	11,3	IV	IV

В эксперименте продуктивность потомств климатипов в основном соответствует таковой в исходных насаждениях, или снижается на I класс бонитета, что связано с жесткими условиями выращивания.

Анализ обилия цветения сосны показал, что к 32-летнему возрасту потомств доля деревьев, образующих хорошо развитый мужской генеративный ярус (за исключением Туруханского климатипа), составляет 44-100 %. В первой группе доля таких деревьев варьирует от 0 до 94 % (среднее 50 %), во второй - 78-100 % (среднее 84 %) и в третьей группе - 64-100 % (среднее 84 %). Деревья Туруханского климатипа не формируют мужской генеративный ярус, что обусловлено специфической реакцией подвидов сосна северная лапландская, произрастающего в жестких условиях у северных границ ареала в Средней Сибири. В кроне деревьев данного климатипа обнаружены только единичные микростробилы. Снижение доли цветущих особей до 44-62 % отмечено у сосны Северо-Енисейского и Нижне-Енисейского климатипов. Сосна, удаленная к северу, характеризуется наибольшими биологическими различиями, так при одинаковых показателях линейного роста (по 7,2 м) Нижне-Енисейский и Богучанский климатипы формируют соответственно 62 и 100 % цветущих особей.

Массовое цветение (100 %) при хорошо развитом мужском генеративном ярусе характерно для Ермаковского климатипа (подвид сосна обыкновенная), который отличается наибольшей средней высотой (8,6 м). С уменьшением высоты до 7,0-7,2 м у потомств сосны Канского и Даурского климатипов интенсивность цветения снижается до 70-80%. Представителям подвидов сосна кулундинская (Минусинский и Балгазынский климатипы) свойственно массовое цветение (100 %) при достижении средних показателей линейного роста 7,5 м.

При уменьшении линейного роста до 7,1-7,4 м в потомствах подвидов сосна кулундинская (Заудинский и Кяхтинский климатипы) встречаемость цветущих особей сокращается до 64-70 % (табл. 3).

Таблица 3 - Характеристика мужского цветения климатипов сосны в географических культурах

Климатипы	Доля деревьев с микро-стробилами, %	Доля деревьев «желтопыльничковой» формы, %
Богучанский	94	95
Нижне-Енисейский	62	86
Северо-Енисейский	44	57
Туруханский	0	57
Lim	0-94	57-95
Среднее, %	50	74
Ермаковский	100	93
Ачинский	84	97
Даурский	80	95
Канский	70	98
Lim	78-100	93-98
Среднее, %	84	97
Минусинский	100	96
Балгазынский	100	97
Кяхтинский	70	78
Заудинский	64	84
Lim	64-100	78-97
Среднее, %	84	89

Таким образом, в пределах групп исследуемых климатипов, наблюдается очень сильная положительная корреляционная связь интенсивности мужского цветения с показателями линейного (R=0,98-0,84) и радиального роста (R=0,99-0,66). Для климатипов из оптимальных и близких к оптимальным условиям (подвид сосна обыкновенная) характерно увеличение тесноты связи между показателями интенсивности цветения и высотой деревьев до

$R=0,98$ и снижение до $R=0,66$ тесноты связи с толщиной деревьев. В группе климатипов подвида сосны обыкновенная, напротив, возрастает корреляционная связь ($R=0,99$) интенсивности мужского цветения с толщиной деревьев. Интенсивность мужского цветения деревьев обнаруживает тесную положительную связь с теплообеспеченностью в районах произрастания материнских насаждений (табл. 4).

В потомствах климатипов сосны выделяется 2 формы деревьев по окраске микростробилов: «красно - и желтопыльниковая». Встречаемость «желтопыльниковой» формы различается в зависимости от лимитирующих климатических факторов. Так, в группе климатипов, произрастающих в условиях дефицита тепла и избыточного увлажнения, этот показатель составил 74 % (Lim 57-95). Встречаемость «желтопыльниковой» формы возрастает до 89 % (Lim 78-97) в группе климатипов из районов с достаточной теплообеспеченностью и дефицитом увлажнения. Наибольшая встречаемость «желтопыльниковой» формы характерна для группы климатипов из оптимальных и близких к оптимальным условий - 97 % (Lim 93-98). При этом коэффициент вариации встречаемости «желтопыльниковой» формы возрастает до 26,5 % в пер-

вой группе (климатипы из пессимальных и близких к пессимальным условиям) и снижается до 2,7 % во второй группе (климатипы из оптимальных и близких к оптимальным условиям). Третья группа климатипов занимает по этому показателю промежуточное положение ($CV=10,3$ %).

Минимальное участие «желтопыльниковой» формы (по 57 %) характерно для потомств Северо-Енисейского и Туруханского климатипов. Показатели остальных климатипов различаются слабо (78-97 %), коэффициент вариации 7,3 %, по шкале С.А. Мамаева (1972), характеризует низкий уровень изменчивости.

Корреляционный анализ обнаружил различную тесноту положительной связи встречаемости «желтопыльниковой» формы с продолжительностью периода вегетации в районах произрастания материнских насаждений. Так, теснота связи между исследуемыми признаками наиболее высока в группе климатипов, произрастающих в холодных, избыточно влажных условиях - коэффициент корреляции между исследуемыми признаками составил $R=0,99$. В засушливых, и достаточно теплообеспеченных условиях, этот показатель снижается до $R=0,48$, в условиях оптимума - до $R=0,23$ (табл. 5).

Таблица 4 - Коэффициенты корреляции доли цветущих особей в структурах климатипов с показателями теплообеспеченности мест произрастания материнских насаждений

Климатические показатели	Условия произрастания климатипов сосны		
	холодные, избыточное увлажнение	достаточная теплообеспеченность, дефицит влаги	оптимальные
Период вегетации, дни	0,99	0,71	0,71
Сумма температур $\geq 5^{\circ}C$	1,0	0,45	0,67

Таблица 5 - Коэффициенты корреляции встречаемости «желтопыльниковой» формы в структурах климатипов с показателями теплообеспеченности мест произрастания материнских насаждений

Климатические показатели	Условия произрастания климатипов сосны		
	холодные, избыточное увлажнение	достаточная теплообеспеченность, дефицит влаги	оптимальные
Период вегетации, дни	0,99	0,48	0,23
Сумма температур $\geq 5^{\circ}C$	1,00	0,28	0,01

Аналогичная закономерность проявления корреляционной связи обнаружена между показателями встречаемости «желтопыльниковой» формы и суммой температур более $5^{\circ}C$, так коэффициенты корреляции составили соответственно $R=1,00$; $R=0,28$; $R=0,01$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Материалы исследования роста и цветения климатипов сосны при их совместном выращивании в географических культурах отражают дифференциацию популяций из районов Сибири по росту и биологическим особенностям и свойствам. Кроме того, эти материалы могут служить основой для анализа структуры разных популяций сосны по изучаемым признакам, а также для прогнозирова-

ния их роста и развития в изменяющихся климатических условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Жаркова, А.М. О краснопыльниковой сосне обыкновенной в Казахском мелкосопочнике / А.М. Жаркова // Тр. Омского пед. ин-та. - 1974. - вып. 79. - С. 36-48.
- Козубов, Г. М. О краснопыльниковой форме сосны обыкновенной / Г.М. Козубов // Ботанический журнал. - 1962. - Т. 47. - № 2. - С. 276-280.
- Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / С.А. Мамаев - М.: Наука, 1972. - 283 с.
- Некрасова, Т.П. О значении желтой и розовой окраски мужских шишек у видов *Pinus* / Т.П. Некрасова // Ботанический журнал. - 1959. - Т. 44. - № 7. - С. 975-978.

Некрасова, Т.П. Плодоношение сосны в Западной Сибири / Т.П. Некрасова.– Новосибирск: Наука, 1960. – 131 с.

Новикова, Т.Н. Географические культуры сосны обыкновенной в республике Бурятия / Лесоведение.- 2002.- № 4.- С. 61-65.

Правдин, Л.Ф. Ближайшие задачи научных исследований в практике по лесной генетике и селекции в Сибири / Л.Ф. Правдин // Селекция древесных пород в Восточной Сибири. – М.: Наука, 1964. – С. 5-19.

Черепнин, В.Л. Изменчивость семян сосны обыкновенной / В.Л. Черепнин – Новосибирск: Наука, 1980. – 183 с.

Поступила в редакцию 10 января 2021 г.
Принята к печати 01 марта 2012 г.