

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВНУТРИКЛОНАЛЬНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННО-АНАТОМИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ХВОИ *PINUS SILVESTRIS* L. В ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Туманик Н.В., Зверева Г.К.

Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск,
e-mail: natali.damka@mail.ru, labsp@ngs.ru

Рассмотрена изменчивость количественно-анатомических показателей хвои *Pinus sylvestris* из клоновых лесосеменных плантаций, созданных в лесостепной зоне Алтайского края в 1980 г. (в выбранной лесостепной зоне были собраны лучшие по росту в условиях Приобского бора сосны). Выборка составляла по 2 раметы от каждого из 3 клонов (№ 353, № 357, № 502). На поперечных сечениях средней части хвои определялись длина и ширина среза, большой и малый диаметры смоляных ходов, число смоляных ходов, толщина эпидермы и её наружной стенки, толщина гиподермы. Показано, что большинство показателей относятся к средневариабельным признакам, наиболее изменчива толщина наружной стенки эпидермы. В ходе исследования были выявлены достоверные различия между раметами внутри всех рассмотренных клонов по длине большого диаметра смоляных ходов, по другим исследуемым признакам достоверных различий не обнаружено. Внутри отдельных клонов были выявлены достоверные различия по таким признакам, как длина малого диаметра смоляных ходов, число смоляных ходов, толщина эпидермы и её наружной стенки. Более близки деревья одного клона были по размерам поперечного сечения средней части хвои и толщине гиподермы.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris*, клоны, хвоя, внутриклональная изменчивость, раметы, количественно-анатомические признаки

COMPARATIVE EVALUATION OF THE INTRACLONAL VARIABILITY OF THE QUANTITATIVE ANATOMICAL FEATURES OF *PINUS SILVESTRIS* L. NEEDLES IN FOREST SEED PLANTATIONS OF THE ALTAI REGION

Tumanik N.V., Zvereva G.K.

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, e-mail: natali.damka@mail.ru, labsp@ngs.ru

The variability of quantitatively anatomical indicators of *Pinus sylvestris* needles from clonal forest seed plantations created in the forest-steppe zone of Altai Territory in 1980 was examined. In the selected forest-steppe zone, the best in growth pine in the conditions of the Priobskoye pine forest were collected. The sample consisted of 2 ramets from each of 3 clones (№ 353, № 357, № 502). On the cross sections of the middle part of the needles, the length and width of the cut, the large and small diameters of the resin channels, the number of resin channels, the thickness of the epidermis and its outer wall, and the thickness of the hypodermis were determined. It was shown that most of the indicators relate to medium variable characteristics, the thickness of the outer wall of the epidermis being the most variable. Significant differences were found within all the examined clones along the length of the large diameter of the resin channels, no significant differences were found for other studied features. Inside individual clones revealed significant differences – by such signs as the length of the small diameter of the resin channels, the number of resin channels, the thickness of the epidermis and its outer wall. Clone trees were most similar in size to the cross section of the middle part of the needles and the thickness of the hypodermis.

Keywords: *Pinus sylvestris*, clones, needles, intraclonal variability, ramets, quantitatively anatomical characters

Среди видов семейства *Pinaceae*, произрастающих на территории России, наиболее высоким уровнем индивидуальной изменчивости характеризуется *Pinus sylvestris* L. [1, 2] при этом анатомические особенности хвои данного вида имеют слабую индивидуальную изменчивость [3]. По данным Л.Ф. Правдина [4] большей индивидуальной изменчивостью, в сравнении с другими анатомическими признаками хвои [5], характеризуется число смоляных каналов [6, 7]. Внутри клоновых популяций С.А. Петровым [8] было выделено четыре категории изменчивости количественных признаков [9]: внутрираметная, межраметная, внутриклоновая и межклоновая (внутригрупповая или индивидуальная). По данным Б.В. Раевского [10] в основном наблюдается следующее соотношение этих величин: межраметная

изменчивость – наименьшая; внутрираметная – на уровне внутриклоновой; межклоновая – больше, чем внутриклоновая и больше, чем межпопуляционная.

Изучение генетического разнообразия лесобразующих видов крайне важно для построения и обоснования долгосрочных программ о пользовании лесными ресурсами, а также для воспроизводства их генотипов при выполнении селекционных и лесовосстановительных мероприятий. Эффективными методами изучения биологического разнообразия является изучение внутривидовой и индивидуальной изменчивости [11–13]. Исследование эколого-генетической структуры изменчивости признаков различной природы у сосны создаёт основу для уточнения перспективных направлений и методов селекции [14, 15].

Цель исследования: рассмотрение изменчивости размеров анатомических показателей хвои одного яруса внутри клонов (между деревьями одного клона) *Pinus sylvestris*.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования послужила хвоя с укороченных побегов *Pinus sylvestris*, собранная в клоновых лесосеменных плантациях, созданных в лесостепной зоне Алтайского края в 1980 г. Район сбора материала относится к Приобскому ленточно-боровому лесорастительному району.

Возраст деревьев на момент сбора хвои – 37 лет, высота деревьев – 12–17 м, диаметр стволов – 24–36 см, ширина кроны – 5–8 м. Выборка составляла по 2 раметы от каждого из 3 клонов: 502.4.2, 502.4.3, 357.1.33, 357.1.29, 353.2.34, 353.2.26 (№ дерева-№ ряда-№ места в ряду).

Изучение анатомического строения проводилось в средней части хвои на поперечных срезах, фиксированных в смеси Гаммалунда листьев. Оценивались такие показатели, как длина и ширина поперечного сечения хвои, число и размеры смоляных ходов, толщина эпидермы и гиподермы. Средние значения признаков выводили из 30 – 35 измерений.

Статистическая обработка количественных данных проведена в программных комплексах STATISTICA 10 и SNEDECOR. Сравнение показателей осуществлялась с помощью критерия Стьюдента. Приведённые различия достоверны при уровне значимости $p < 0,001$.

Результаты исследования и их обсуждение

Поперечные срезы хвои *Pinus sylvestris* имеют плоско-выпуклую форму, в центре располагаются два проводящих пучка, окружённые клетками эндодермы. Эпидермальные клетки – толстостенные, устьица – крупные и сильно погружённые. Под эпидермой находится один слой гиподермы, вблизи которой размещаются смоляные ходы. Между гиподермой и эндодермой протягивается мезофилл, состоящий из складчатых клеток.

У рассматриваемой хвои сосны длина среза в основном больше ширины в 2 раза, в некоторых случаях их размеры были одинаковыми. Смоляные ходы имеют преимущественно овальную форму. Число смоляных ходов на поперечных срезах варьирует от 11 до 15.

Исследуемые показатели отличаются по изменчивости (таблица). Так, наибольшая вариабельность характерна для толщины наружной стенки эпидермы. К средневариабельным признакам можно отнести толщину эпидермы и гиподермы, большой и малый диаметры смоляных ходов. Чуть менее изменчивы размеры поперечного среза и число смоляных ходов. При этом более высокая изменчивость показателей чаще отмечалась у клона под номером 357.

В ходе исследования обращалось внимание на наличие достоверных различий между раметами внутри каждого клона. Например, были выявлены различия по длине большого диаметра смоляных ходов (рис. 1).

Коэффициенты вариации количественно-анатомических признаков хвои *Pinus sylvestris* внутри клона, %

№ клона	Размеры поперечного среза		Диаметры смоляного хода		Число смоляных ходов	Толщина		Толщина гиподермы
	Длина	Ширина	Большой	Малый		эпидермы	наружной стенки эпидермы	
средняя по клону 502	8.8	5.1	18.4	17.6	7.9	13.8	34.6	20.4
502 1-я рамета	6.9	4.7	14.9	15.2	6.5	11.2	32.5	23.1
502 2-я рамета	3.5	4.2	17.2	14.7	6.2	15.6	35.3	17.2
средняя по клону 353	6.9	4.4	16.4	16.5	7.0	19.6	39.6	19.3
353 1-я рамета	3	3.6	12.2	12.5	6.8	12.7	28.2	19.5
353 2-я рамета	5.4	4.7	16.1	17	6.8	15.4	23.3	17.6
средняя по клону 357	13.7	11.2	13.6	15.3	10.1	32.5	35.0	17.7
357 1-я рамета	2	6.4	8.8	11.9	4.7	11.6	34	17.6
357 2-я рамета	7.1	14	11.8	11.3	4.9	26.7	35.3	17.6

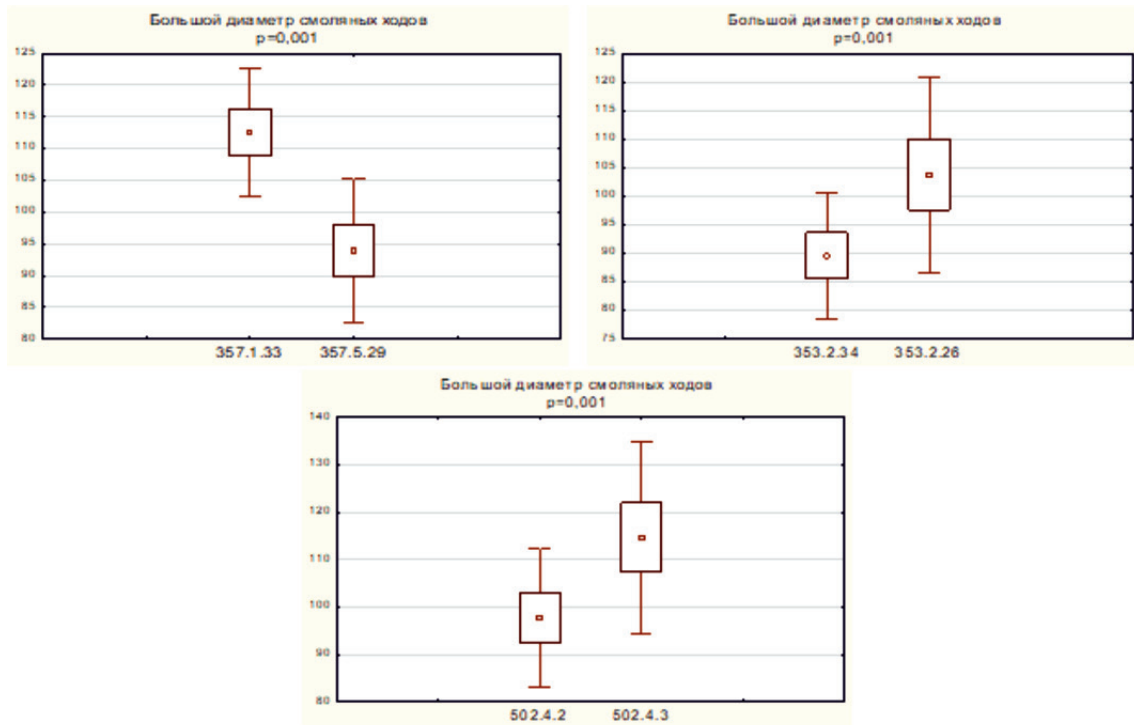


Рис. 1. Статистические показатели длины большого диаметра смоляных каналов в хвое *Pinus sylvestris* из клоновых лесосеменных плантаций

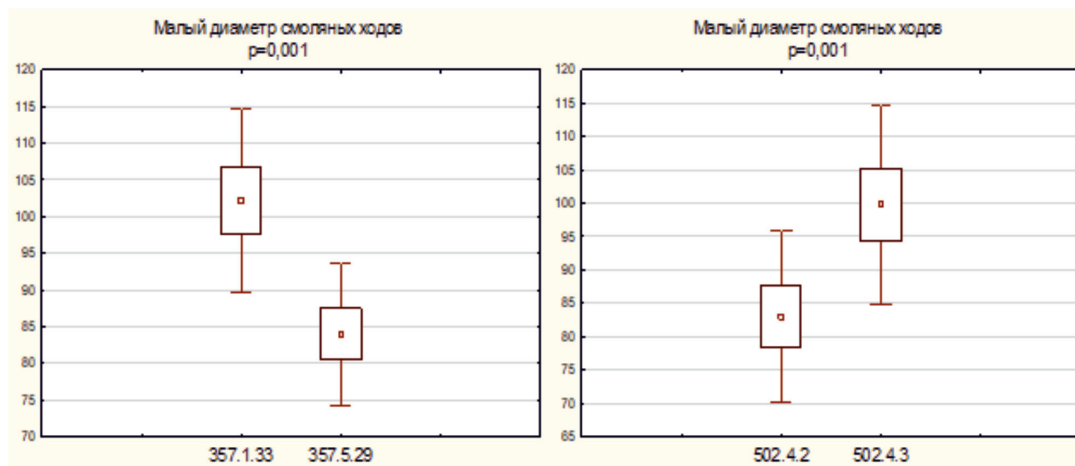


Рис. 2. Статистические показатели длины малого диаметра смоляных каналов в хвое *Pinus sylvestris* из клоновых лесосеменных плантаций

Различия по длине малого диаметра смоляных ходов показаны только между деревьями внутри клонов № 357 и 502 (рис. 2). Между ракетами клона № 353 не обнаружено статистически значимых различий по данному признаку.

Достоверные различия по числу смоляных ходов отмечались между ракетами

клона под номером 357 (рис. 3). Между деревьями внутри клонов № 353 и 502 статистически значимых различий по данному признаку не выявлено.

Внутри клонов № 357 и 353 хвоя достоверно различается по толщине эпидермы, а внутри клона № 502 различий не обнаружено (рис. 4).

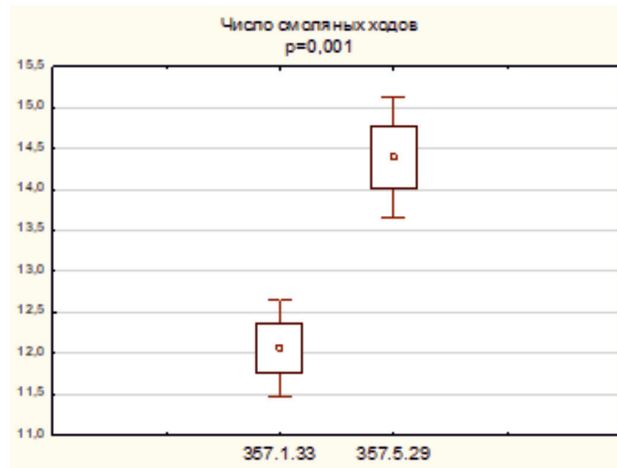


Рис. 3. Внутриклональная изменчивость числа смоляных ходов в хвое *Pinus sylvestris*

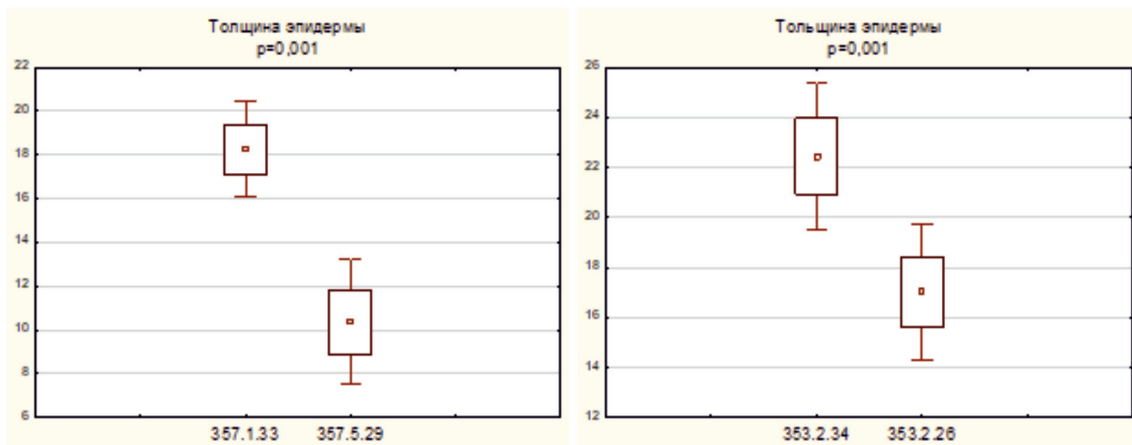


Рис. 4. Толщина эпидермы хвои *Pinus sylvestris* из клоновых лесосеменных плантаций

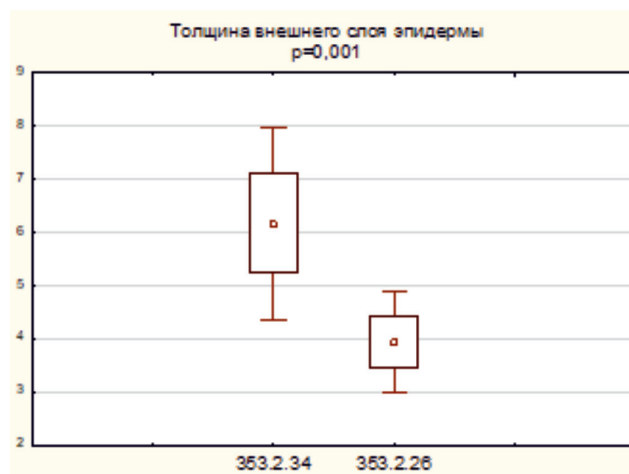


Рис. 5. Толщина наружной стенки эпидермы в хвое *Pinus sylvestris* из клоновых лесосеменных плантаций

Не смотря на большую изменчивость толщины наружной стенки эпидермы, различия по этому показателю были выявлены только между раметами клона № 353 (рис. 5).

В целом, более часто различия по рассматриваемым показателям хвои *Pinus sylvestris* наблюдались между раметами клона № 357.

Не смотря на слабую вариабельность размеров поперечного сечения хвои и среднюю изменчивость толщины гиподермы, достоверных различий по этим показателям между деревьями внутри клонов не обнаружено.

Заключение

Использованные в работе количественно-анатомические характеристики хвои *Pinus sylvestris* отличаются по уровню изменчивости. К наиболее вариабельным признакам относится толщина наружной стенки эпидермы. Большинство изученных показателей можно отнести к средневариабельным. Размеры поперечного сечения средней части хвои и толщина гиподермы внутри клонов оказались мало изменчивы.

Сопоставление анатомических признаков позволило выявить достоверные различия по длине большого диаметра смоляных ходов между раметами внутри всех рассмотренных клонов. Внутри отдельных клонов также обнаружены различия по таким признакам, как длина малого диаметра смоляных ходов, число смоляных ходов, толщина эпидермы и её наружной стенки. Эти признаки, по-видимому, относятся к экологически детерминированным, они задействованы в адаптации деревьев к условиям роста.

Список литературы

1. Кальченко Л.И. Анализ изменчивости клонов плодовых деревьев и естественных насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Алтайском крае с использованием методов фенетики: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Йошкар-Ола, 2013. 207 с.
2. Милютин Л.И., Новикова Т.Н., Тараканов В.В., Тихонова И.В. Сосна степных и лесостепных боров Сибири. Новосибирск: Гео, 2013. 127 с.
3. Мишуков Н.П. Изменчивость сосны обыкновенной в Приобских борах Новосибирской области и ее значение для семеноводства: автореф. дис. ... канд. биол. Свердловск, 1966. 26 с.
4. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная (изменчивость, внутривидовая систематика и селекция). М.: Наука, 1964. 190 с.
5. Цандекова О.Л. Анатомо-морфологические особенности хвои *Pinus sylvestris* L. В условиях Кедровского угольного разреза // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 3. С. 25–32.
6. Видякин А.И., Лебедев А.Г. Эндогенная и временная изменчивость числа смоляных каналов в хвое деревьев сосны обыкновенной // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 3-1. С. 335–338.
7. Лебедев А.Г. Анализ изменчивости количественных признаков хвои в популяциях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 5. С. 205–209.
8. Петров С.А. Генетические ресурсы лесообразующих видов, пути их сохранения и рационального использования // Лесоразведение и лесомелиорация. М.: ЦБНТИлесхоз СССР, 1987. № 1. 32 с.
9. Лебедев А.Г. Анализ изменчивости количественных признаков хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в связи с дифференциацией популяций: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2014. 146 с.
10. Раевский Б.В., Мордась А.А. Селекционно-генетическая оценка клонов сосны обыкновенной на лесосеменных плантациях первого порядка. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2006. 90 с.
11. Тихонова Н.А., Тихонова И.В. Индивидуальная изменчивость сосны обыкновенной по признакам засухоустойчивости в лесостепных борах Южной Сибири // Сибирский лесной журнал. 2016. № 5. С. 114–124.
12. Зверева Г.К. Структурные адаптации хлорофиллоносной паренхимы хвои (*Pinus sylvestris* L.) на юге Западной Сибири // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2017. № 16. С. 192–196.
13. Туманик Н.В. Сравнительная оценка воздействия условий городской среды на хвою (*Pinus sylvestris* L.) в разных районах г.Новосибирска // Фундаментальные и прикладные научные исследования: инноватика в современном мире. 2019. № 3. С. 54–60.
14. Тараканов В.В. Структура изменчивости, селекция и семеноводство сосны обыкновенной в Сибири: автореф. дис. ... д-ра. с.-х. наук. Красноярск, 2003. 44 с.
15. Бронникова Д.М., Шахинова Н.В. Временная изменчивость морфологических признаков хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Молодой ученый. 2016. № 26. С. 162–165.