

УДК 630\*232.324.3

**А.И. Бузыкин, Л.С. Пшеничникова**

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

Пшеничникова Лариса Семеновна родилась в 1946 г., окончила в 1968 г. Сибирский технологический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории лесоведения Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. Имеет 150 печатных работ по вопросам лесоведения, лесоводства.  
E-mail: taiga@ksc.krasn.ru



## ИЗРЕЖИВАНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗНОГУСТОТНЫХ МОЛОДНЯКОВ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ

Рассмотрена роль густоты посадок лиственницы сибирской в регулировании собственной плотности и продуктивности 25-летних ценозов.

*Ключевые слова:* густота ценоза, естественное изреживание, особенности отпада, продуктивность молодняков.

Естественные древесные ценозы в однородных лесорастительных условиях и в пределах одного возраста очень вариабельны по густоте. Фактор густоты в лесоэкологических, лесоводственных и таксационных исследованиях существенно усложняет получение однозначной информации о структуре и продуктивности лесных экосистем вследствие того, что адекватная оценка роли густоты возможна на основе анализа многовариантных разногустотных рядов. Использование несистемных, а также случайных или отдельных вариантов обычно не приносит значимого результата сверх того, что густоту древесных ценозов надо как-то учитывать [1, 2, 4, 8]. Можно ожидать, что лишь многовариантные ряды, характеризующие густоту в широких пределах (от роста деревьев в свободном стоянии до загущенных и очень густых древесных ценозов, имеющих десятки и сотни тысяч особей на 1 га), являются наиболее информативными и адекватными объектами исследования и оценки роли плотности древесных ценозов.

Выбор объектов должен удовлетворять следующим основным требо-

ваниям: 1) одновозрастность разногустотных объектов; 2) однородность лесорастительных условий на достаточной площади для закладки 15...20 пробных площадей; 3) существенно бóльшая амплитуда древесных ценозов по густоте, представляющая густотный ряд. Опыт показывает, что указанные требования и ограничения сложно реализовать в естественно сформировавшихся ценозах [2]. Эти трудности снимаются созданием разногустотных посадок и наблюдениями за их состоянием, структурой, ростом и продуктивностью.

В обширных районах Восточной Сибири с разнообразными лесорастительными условиями нет посадок древесных пород разной густоты, представляющих густотный ряд, хотя на значительных площадях создаются лесные культуры и ведутся другие лесовосстановительные работы.

В 1982 г. сотрудниками Института леса СО РАН под руководством А.И. Бузыкина в южной подзоне тайги (Большемуртинский лесхоз Красноярского края) на серых лесных почвах в однородных условиях плакорной растительности созданы посадки 2-летних

сеянцев лиственницы, сосны и ели сибирской 18 вариантов густоты: 0,5, 0,75, 1, 1,5, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 24, 32, 48, 64, 96, 128 тыс. экз.·га<sup>-1</sup>. В каждом варианте высаживалось не менее 500 растений, а для вариантов с густотой 48...128 тыс. экз.·га<sup>-1</sup> на 10...40 % больше. Площадь каждого участка определялась густотой варианта и была близка к квадратной. Варианты посадок каждой породы примыкали друг к другу, образуя блоки, отделяемые 5-метровым разрывом. Общая площадь экспериментальных посадок составила 17 га. Ряды, контактирующие с разрывами, исключались из рассмотрения для устранения опушечных (краевых) эффектов. Эксперимент рассчитан на получение информации о структуре, росте, продуктивности, биометрических и других зависимых от густоты ценозов характеристик. Работа выполнялась по известным методикам [2].

Особый интерес представляет изменение густоты в процессе естественного изреживания (рис. 1). Рост древесных ценозов разной плотности – от загущенного состояния до свободного роста в редких посадках – сопровождается уменьшением их густоты с возрастом в процессе стохастического в первые годы, а затем и дискриминационного отпадов. Основой выживания

и противостояния дискриминационному отпаду каждой особи является способность адаптироваться к среде существования и конкурировать за жизненно важные экологические ресурсы. Она закодирована в генотипе древесных растений, что позволяет им изменять свою индивидуальную фитомассу при различном положении в ярусе естественных одновозрастных ценозов до 10<sup>2</sup>–10<sup>3</sup> раз. В разнототном ряду 25-летних экспериментальных посадок лиственницы деревья минимальных и максимальных диаметров (1 и 27 см) и высот (1,8 и 12,7 м) по массе различаются в сотни раз. Способность деревьев как особой жизненной формы регулировать физиолого-биохимические и ростовые процессы в беспрецедентно широкой амплитуде в пределах одного возраста и одних лесорастительных условий можно рассматривать как генетически обусловленное приспособление к существованию в сформированных ими различных по плотности ценозах. Эта способность, вероятно, является причиной различных результатов и точек зрения в исследованиях по густотной тематике в лесоведении.

Особенности роста деревьев в высоту и по диаметру отражает соотношение  $H/D$ , именуемое относительной высотой [3]. Конкуренция за свет

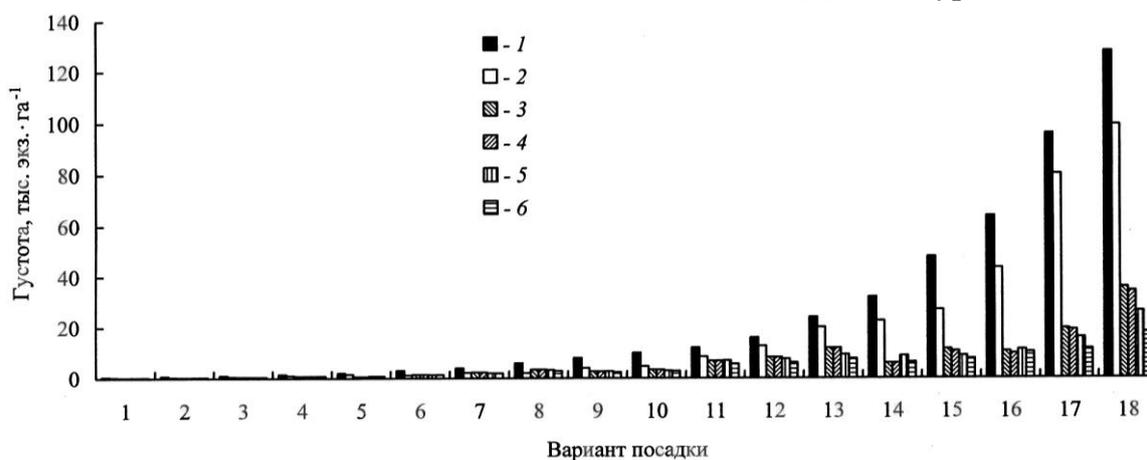


Рис. 1. Начальная (1) и последующая (2–6) густота лиственничных ценозов соответственно в 5-, 12-, 17-, 20- и 25-летнем возрасте по вариантам посадки

и другие ресурсы в густых ценозах «подгоняет» рост деревьев в высоту и ослабляет его по диаметру. В молодняках лиственницы использовано соотношение  $H/D_{0,1H}$ , поскольку часть деревьев, особенно в раннем возрасте, не достигает высоты 1,3 м. Амплитуда  $H/D$  деревьев в разнотных ценозах находится в широких пределах: максимальна в самых густых (120...360) и минимальна в самых редких (50...110) – рис. 2. Дискриминационный отпад происходит среди деревьев с наибольшими значениями  $H/D$ . В условиях свободного роста различия в  $H/D$  с большей вероятностью можно объяснить генотипической изменчивостью роста деревьев.

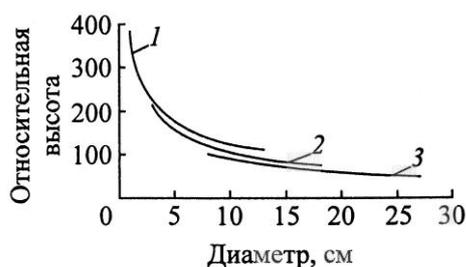


Рис. 2. Относительная высота деревьев в 25-летних лиственничных ценозах разной густоты посадки: 1 – 128 тыс. экз.·га<sup>-1</sup>,  $y = 381,72x^{-0,4748}$ ,  $R^2 = 1$ ; 2 – 10 тыс. экз.·га<sup>-1</sup>,  $y = 409,3x^{-0,5831}$ ,  $R^2 = 1$ ; 3 – 1 тыс. экз.·га<sup>-1</sup>,  $y = 317,12x^{-0,5524}$ ,  $R^2 = 1$

Средние показатели  $H/D$  по всем ценозам густотного ряда демонстрируют эффект плотности ценозов за счет изменения формы стволов. Он проявляется в увеличении с 5- до 25-летнего возраста амплитуды средних показателей отношения  $H/D$  в 3,5 раза. Возрастание размаха амплитуды  $H/D$  произошло за счет вариантов густых посадок (16...128 тыс. экз.·га<sup>-1</sup>). Верхний и нижний пределы амплитуды и изменение средних  $H/D$  для всего густотного ряда аппроксимируются уравнениями параболической функции (рис. 3).

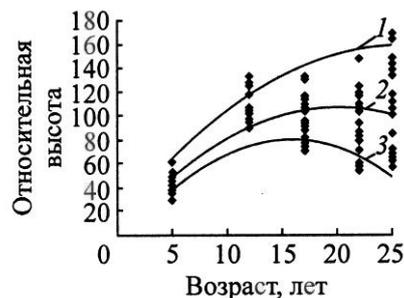


Рис. 3. Изменение средней относительной высоты разнотных лиственничных ценозов с возрастом: 1, 3 – верхний и нижний пределы амплитуды относительных высот, соответственно  $y = -0,2064x^2 + 10,95x + 16,1$ ,  $R^2 = 0,9252$  и  $y = -0,3761x^2 + 11,891x - 14,169$ ,  $R^2 = 0,7102$ ; 2 – средняя относительная высота для густотного ряда,  $y = -0,2564x^2 + 10,426x + 1,4927$ ,  $R^2 = 0,79$

Характеристикой изреживания ценозов разнотного ряда с возрастом является сужение амплитуды показателей текущего отпада и густоты сохранившейся живой части ценозов. Если по всему густотному ряду крайние значения густоты начальной посадки различались в 256 раз, то в 25-летних ценозах – в 89. Исходя из фактической численности живых деревьев и отпада, следует, что разнотность абсолютно одновозрастных ценозов в одних и тех же лесорастительных условиях за 25 лет сохраняется на очень высоком уровне, хотя амплитуда показателей густотного ряда от посадки (0,5...128 тыс. экз.·га<sup>-1</sup>) сужается к 25-летнему возрасту до 0,2...18 тыс. экз.·га<sup>-1</sup>, т. е. в 7,2 раза (рис. 4, кривые соответствуют вариантам густоты посадки).

Показательна роль густоты в ростовых (продукционных) процессах древесных ценозов. В течение 25 лет разнотные лиственничные молодняки по результатам таксации в 12, 17, 20 и 25 лет демонстрируют тесную связь запаса стволовой древесины с густотой

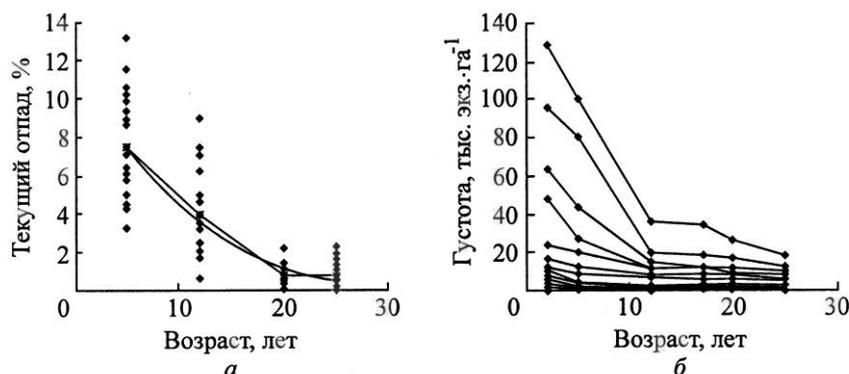


Рис. 4. Изменение амплитуды значений годовичного текущего отпада (а) и густоты (б) ценозов лиственницы с возрастом,  $y = 0,0161x^2 - 0,8311x + 11,259$ ,  $R^2 = 0,9911$

ценозов в ряду от свободного роста деревьев до сильного загущения (рис. 5). На начальном отрезке кривых запас древесины увеличивается пропорционально густоте, затем приближается к «плато» возможной колоколообразной кривой [2]. При этом максимум запаса с возрастом приходится на ценозы с меньшей густотой. При густоте 18 тыс. экз.·га<sup>-1</sup> лиственничные 25-летние ценозы имеют запас 350 м<sup>3</sup> и средний годовой прирост 14 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>, что в 2 раза выше продуктивности лиственничников Ia–I классов бонитета с полнотой 1,0.

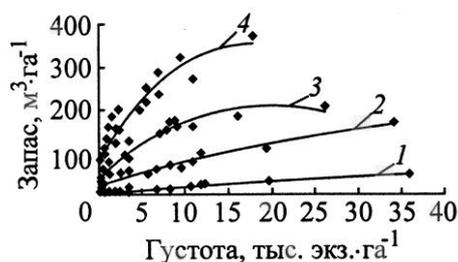


Рис. 5. Зависимость запаса стволовой древесины от густоты лиственничных ценозов: 1 – в возрасте 12 лет,  $y = -0,0061x^2 + 1,5474x + 2,2787$ ,  $R^2 = 0,9654$ ; 2 – 17 лет,  $y = -0,0533x^2 + 5,9997x + 21,026$ ,  $R^2 = 0,8918$ ; 3 – 20 лет,  $y = -0,347x^2 + 15,681x + 36,401$ ,  $R^2 = 0,8926$ ; 4 – 25 лет,  $y = -0,7212x^2 + 29,346x + 74,548$ ,  $R^2 = 0,8718$

Рост древесных ценозов происходит на фоне разнообразных взаимодействий между растениями, основными из которых являются конкурентные. Степень и характер взаимодействий растений зависят от их плотности

(густоты) в ценозах. В свою очередь, ценозы сами выступают регулятором густоты. Основой такой саморегуляции системы «взаимодействия организмов в ценозе  $\leftrightarrow$  плотность ценоза» является относительно замкнутый биокруговорот веществ и ограниченность ресурсов среды или некоторых ее элементов в лесных биогеоценозах [5, 7].

Густота представляет собой важный структурно-функциональный показатель ценоза, с ней связаны жизненно важные ресурсы среды, приходящиеся на одну особь. Если бы естественные механизмы регуляции однозначно приводили численность ценоза в соответствие с экологическими условиями и ресурсами среды, то задача выявления целевой и оптимальной густоты или ее экологической роли решалась бы сравнительно просто. Однако функционирование этих механизмов регуляции осложняется широкой амплитудой морфофизиологической адаптации к эколого-фитоценотической среде. В пределах ценоза (ценопопуляции) показатели фитомассы растений одного и того же возраста, как уже отмечалось, могут различаться в  $10^2$ – $10^3$  раз и более.

Размеры деревьев в реальном ценозе и его густоту нужно рассматривать как результат существования в нем подвижного единства экологически и биологически детерминированных

механизмов регуляции плотности ценопопуляции и реакции древесных растений через ростовые процессы и соответствующие им размеры особей на экологическую и фитоценотическую обстановку. В условиях высокой плотности в процессе роста ценоза первый механизм направлен на элиминацию лишних особей, второй – на выживание возможно большего числа индивидуумов и поддержание высокой численности за счет депрессии роста, снижения размеров особей, перестройки их морфоструктуры и физиолого-биохимических процессов. В последнее время дендрофизиологами и биохимиками получены весьма интересные данные о зависимости метаболизма древесных растений от густоты ценозов, обусловленные влиянием ценотического стресса на рост деревьев [6, 9]. Выделение результатов действия этих механизмов в «чистом» виде представляет значительные трудности. Есть основание полагать, что биологически детерминированная реакция древостоя на загущение без анализа густотных рядов может приниматься за экологически обусловленные густоту и рост древостоев.

#### *Выводы*

Фактическая плотность древесных ценозов и ее густотные градиенты определяют величину ресурсов среды, включая пространство роста, используемые каждой особью и ценозами в целом в процессе роста и развития. В лесоэкологических исследованиях целесообразно оперировать прямыми, а не расчетными показателями плотности некоторого множества разнототных объектов, представляющих густотный ряд, для того, чтобы знать степень зависимости полученных ре-

зультатов от плотности древесных ценозов как атрибута лесных экосистем.

Густотой определяются экологически и биологически детерминированные механизмы регуляции собственной плотности, ростовых и продукционных процессов древесных ценозов.

Несмотря на определенную однотипность изменения с возрастом изначально существенно различных по густоте лиственных ценозов, их плотность в 25-летнем возрасте остается разной. Механизм регулирования густоты древесных ценозов сопряжен с механизмом регулирования роста и, очевидно, обуславливает индивидуальную траекторию изреживания и продуктивности ценозов в зависимости от их густоты в течение всей жизни древесного поколения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биологическая продуктивность сосны в лесостепной зоне / В.И. Рубцов [и др.]. М.: Наука, 1976. 224 с.
2. Бузыкин А.И., Пишеничникова Л.С., Суховольский В.Г. Густота и продуктивность древесных ценозов. Новосибирск: Наука, 2002. 152 с.
3. Высоцкий К.К. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Лесн. пром-сть, 1962. 177 с.
4. Мартынов А.Н. Густота культур хвойных пород и ее значение. М.: ЦБНТИ Гослесхоз СССР, 1974. 60 с.
5. Основы лесной биогеоценологии / под ред. В.Н. Сукачева и В.Н. Дылиса. М.: Наука, 1964. 575 с.
6. Плаксина И.В., Судаchkova Н.Е., Бузыкин А.И. Влияние густоты посадки на ксилогенез и метаболизм сосны обыкновенной и лиственницы сибирской // Лесоведение. 2001. № 4. С. 47–53.
7. Пономарева В.В., Сотникова Н.С. Закономерности процессов миграции и аккумуляции элементов в подзолистых почвах // Биогеохимические процессы в подзолистых почвах. Л.: Наука, 1972. С. 6–56.

8. Рубцов В.И. Культуры сосны в лесостепи (их рост и производительность). М.: Лесн. пром-сть, 1969. 285 с.

9. Судаchkova Н.Е. Состояние и перспективы изучения влияния стрессов на древесные растения // Лесоведение. 1998. № 2. С. 3–9.

Поступила 15.12.09

A.I. Buzykin, L.S. Pshenichnikova

Institute of Forest, Siberian Branch of RAS

### **Thinning and Productivity of Siberian Larch Young Stands of Different Density**

The role of planting density for Siberian larch in regulating the density and productivity of 25-year old cenoses is analyzed.

Keywords: cenosis density, natural thinning, peculiarities of attrition, young growth productivity.

---