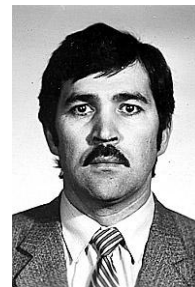




УДК 630*531:519

З.Я. Нагимов, О.В. Суставова

Нагимов Зуфар Ягфарович родился в 1956 г., окончил в 1979 г. Уральский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой лесной таксации и лесоустройства Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 120 научных работ по вопросам закономерностей роста и формирования надземной фитомассы древостоев.



ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ДЕРЕВЬЕВ В ИСКУССТВЕННЫХ СОСНЯКАХ СТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ

Изучена связь между фракциями надземной фитомассы деревьев и их таксационными показателями. Разработаны уравнения зависимости различных фракций фитомассы от возраста, диаметра и высоты деревьев. Выявлены особенности формирования надземной фитомассы деревьев в искусственных сосняках степного Зауралья.

Ключевые слова: надземная фитомасса, закономерности роста и формирования деревьев, степное Зауралье, искусственные сосняки.

Леса степного Зауралья в основном представлены островными борами и березовыми колками, и их экологические, защитные и социальные функции трудно переоценить. В последние годы в силу сложившихся лесорастительных условий и низкой эффективности осуществляемых лесохозяйственных мероприятий в островных борах наблюдается массовое усыхание древостоев, особенно искусственно созданных. Эффективность лесохозяйственного производства зависит от степени изученности эколого-ценотических закономерностей роста лесных насаждений, которые наиболее полно могут быть раскрыты только на основе знаний о всей фитомассе деревьев и древостоев.

Объектом наших исследований явились сосновые древостои искусственного происхождения Джабык-Карагайского бора в двух наиболее распространенных типах леса – разнотравно-луговом и злаково-разнотравном степном. Экспериментальным материалом послужили 15 пробных площадей в насаждениях 13 ... 64 лет, с относительной полнотой 0,8 и выше. На них взято 111 модельных деревьев, у которых кроме общепринятых таксационных показателей определяли надземную фитомассу по фракциям: древесине и коре стволов, древесине и коре ветвей, хвое, генеративным органам и от-

мершим ветвям. Массу стволов, крон, охвоенной части ветвей (древесной зелени), генеративных органов и отмерших ветвей находили непосредственным взвешиванием, а массу хвои – по навескам древесной зелени. Для стволов содержание коры и абс. сухого вещества в древесине и коре устанавливали по дискам, взятым на середине двухметровых (метровых) секций, эти же показатели для ветвей – по навескам ветвей средней толщины.

Результаты исследований свидетельствуют, что на формирование надземной фитомассы деревьев влияют различные факторы: условия местопроизрастания, густота древостоев, индивидуальные особенности деревьев и т. д. Совокупное влияние этих факторов на количественные и качественные показатели фракций фитомассы целесообразно оценивать на основе уравнений множественной регрессии. Успех многомерного анализа в значительной степени зависит от правильного выбора и логического обоснования независимых переменных. Поэтому на первом этапе нами проведена работа по выявлению наиболее информативных показателей при оценке важнейших фракций надземной фитомассы деревьев. Для этого по данным 111 модельных деревьев изучали связи между фракциями фитомассы и традиционными таксационными показателями. Результаты корреляционного анализа для краткости изложения приводятся только по трем основным фракциям надземной фитомассы деревьев в свежесрубленном состоянии (табл. 1).

Все приведенные в табл. 1 показатели связи достоверны. Они позволяют выбрать наиболее информативные показатели при оценке фракций фитомассы и уточнить форму связей. Для массы стволов такими показателями

Таблица 1

Показатели связи между фракциями фитомассы и таксационными показателями деревьев и древостоев

Таксационный показатель	Коэффициент корреляции (r) и корреляционное отношение (η)					
	Стволы		Кроны		Хвоя	
	r	η	r	η	r	η
Диаметр ствола (D)	0,927	0,979	0,865	0,865	0,867	0,867
Высота ствола (H)	0,788	0,895	0,581	0,678	0,587	0,660
Объем ствола (V)	0,995	0,995	0,861	0,919	0,807	0,864
Показатель D^2H	0,990	0,990	0,853	0,921	0,786	0,859
Относительная площадь сечения ($G:H$)	0,875	0,941	0,938	0,978	0,927	0,949
Диаметр кроны ($D_{кр}$)	0,806	0,818	0,905	0,932	0,913	0,924
Возраст дерева (A)	0,624	0,667	0,379	0,412	0,352	0,395
Длина кроны ($L_{кр}$)	0,812	0,864	0,731	0,814	0,711	0,748
Площадь питания дерева ($S_{пит}$)	0,856	0,856	0,809	0,830	0,721	0,773
Высота древостоя в 100 лет (H_{100})	0,580	0,688	0,386	0,433	0,371	0,398

являются их объем, диаметр и показатель D^2H , для массы крон и хвои – относительная площадь сечения $G:H$ и диаметр кроны. Такие результаты вполне объяснимы. В частности, высокая корреляция фитомассы крон с показателем $G:H$ обусловлена тем, что относительная площадь сечения характеризует положение дерева в древостое, степень его угнетенности. Известно, что наименьшие значения этого показателя присущи отмирающим и сухостойным деревьям.

Выбор наилучших факторов для объяснения изменчивости тех или иных показателей при ориентации только на статистические процедуры (в данном случае на тесноту связей) не всегда оправдан. Суждения о предпочтительности переменных могут лежать вне статистических соображений. Большую роль здесь играют простота и точность измерения показателей, особенно при разработке уравнений и нормативов для массового практического применения [5]. Результаты исследований свидетельствуют о целесообразности совместного использования в уравнениях множественной регрессии в качестве определяющих факторов показателя условий местопроизрастания H_{100} , возраста, диаметра и высоты деревьев. Это удовлетворяет требованиям более полного учета в моделях, с одной стороны, закономерностей роста и формирования деревьев, а с другой – использования наиболее доступных измерению таксационных показателей. Возраст в таких моделях является основным фактором воздействия на процесс формирования фитомассы, так как при прочих равных условиях размеры стволов и крон изменяются в зависимости от этого показателя. Влияние лесорастительных условий на варьирование фитомассы передается показателем H_{100} . В древостоях одного возраста и класса бонитета соотношение диаметров и высот позволяет учесть генетические особенности, а также ценотическое положение дерева в пологе и степень его развитости.

Анализ зависимостей массы фракций деревьев от перечисленных показателей показал, что лучшие результаты при оценке массы кроны обеспечивает уравнение вида

$$\ln P_i = a_0 + a_1 \ln D + a_2 \ln H + a_3 \ln A + a_4 \ln D \ln H. \quad (1)$$

Изменение массы ствола описывается более простым уравнением:

$$\ln P_i = a_0 + a_1 \ln D + a_2 \ln H. \quad (2)$$

При оценке массы и ствола, и кроны показатель H_{100} оказался незначимым. Это объясняется несущественным варьированием лесорастительных условий изучаемых типов леса. Полученные статистические показатели уравнений (1) и (2) для основных фракций надземной фитомассы деревьев в абс. сухом состоянии приведены в табл. 2.

Анализируя их, видим, что в абсолютном большинстве случаев коэффициенты регрессии значимы на 1 %-м уровне. Значения коэффициентов детерминации и среднеквадратических ошибок свидетельствуют, что стволовая масса оценивается более точно, чем кроновая. В целом приведен-

Таблица 2

Характеристика уравнений множественной регрессии (1) и (2)

Фракция фитомассы	Значения коэффициентов (числитель) и критериев Стьюдента (знаменатель) при факторах воздействия					Коэффициент детерминации R^2	Среднеквадратическая ошибка δ , %	Номер уравнения
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4			
Ствол в коре	<u>-3,4978</u> -52,6	<u>1,7348</u> 32,4	<u>1,0220</u> 16,9	–	–	0,991	±17,8	(3)
Древесина ствола	<u>-3,8885</u> -58,9	<u>1,7390</u> 32,7	<u>1,1283</u> 18,8	–	–	0,992	±17,8	(4)
Крона в целом	<u>0,9919</u> 1,9	<u>2,0586</u> 9,2	<u>-1,5793</u> -5,3	<u>-0,8380</u> -4,1	<u>0,4343</u> 6,3	0,952	±31,7	(5)
Ветви в коре	<u>-2,1014</u> -3,5	<u>2,8990</u> 11,4	<u>-1,3059</u> -3,9	<u>-0,4921</u> -2,1	<u>0,2004</u> 2,5	0,950	±36,1	(6)
Древесина ветвей	<u>-2,6609</u> -4,4	<u>2,9309</u> 11,4	<u>-1,2865</u> -3,8	<u>-0,5289</u> -2,2	<u>0,2199</u> 2,7	0,953	±37,3	(7)
Хвоя	<u>2,1667</u> 2,9	<u>1,5284</u> 4,7	<u>-1,1385</u> -2,7	<u>-1,4828</u> -5,0	<u>0,5064</u> 5,0	0,889	±41,4	(8)

ные материалы позволяют считать все разработанные модели (3) – (8) адекватными природным процессам формирования соответствующих фракций фитомассы деревьев сосны. На их основе составлены таблицы, которые дают детальное представление о динамике и структуре надземной фитомассы деревьев. Ввиду громоздкости таблиц ограничимся их анализом.

Выявлено, что масса кроны у деревьев одинакового возраста и диаметра понижается с увеличением их высоты. Это объясняется тем, что при прочих равных условиях деревья одинаковой толщины в густых древостоях выше, чем в редких. У деревьев одинаковых размеров масса всех фракций кроны закономерно уменьшается с возрастом, что можно объяснить возрастным изменением рангового положения дерева. Доля кроны в общей фитомассе дерева в абс. сухом состоянии колеблется в широких пределах: от 5,1 до 50,0 %. При элиминировании соответствующих факторов она закономерно увеличивается с повышением диаметра и снижением высоты и возраста деревьев. При прочих равных условиях охвоенность крон (доля хвои в общей массе кроны) возрастает в связи с увеличением высоты деревьев и уменьшением их диаметра и возраста.

Отмеченные закономерности обусловлены конкурентными взаимоотношениями деревьев, а также различными темпами формирования фитомассы разных фракций, вследствие их неодинаковой роли в продукционном процессе.

Для выявления особенностей формирования надземной фитомассы деревьев в исследуемых культурах наши материалы сопоставлены с аналогичными материалами других исследователей [1, 2, 4, 7], полученными в иных, более благоприятных для произрастания сосны, лесорастительных районах – в подзоне южной тайги и лесостепной зоне.

Сравнительный анализ производили для одинаковых возраста и диаметра деревьев и практически одинаковых значений класса бонитета, среднего возраста и состава насаждений. Между сравниваемыми объектами не обнаружено существенных различий в фитомассе стволов. Небольшие отклонения носят скорее случайный характер. Совершенно другие результаты получены при сравнении фитомассы крон (хвои). При прочих равных условиях фитомасса крон деревьев в исследуемых культурах оказалась значительно больше, чем в естественных сосновых древостоях лесостепной зоны и подзоны южной тайги. Особенно значительны различия в фитомассе хвои. Так, в 20-летних культурах масса хвои деревьев в 2 и более раз больше, чем в естественных древостоях южнотаежной подзоны, разница составляет от 99,2 до 199,1%. С увеличением возраста различия закономерно снижаются. Сравнивая наши данные с опубликованными [6], можно отметить, что масса хвои отдельных деревьев в исследуемых культурах значительно больше, чем в культурах лесостепной зоны европейской части страны.

В целом деревья в исследуемых культурах отличаются существенно большей массой крон (хвои), чем деревья в естественных древостоях лесостепной зоны и подзоны южной тайги. Превосходство по массе хвои значительнее (в 1,5 раза и более), чем по массе ветвей, что свидетельствует о более высокой охвоенности крон в исследуемых культурах. На наш взгляд, такое положение объясняется не только происхождением сравниваемых древостоев, а, в первую очередь, очень низкой для данных условий первоначальной густотой культур (4 ... 6 тыс. экз./га). При такой густоте и достаточно равномерном размещении деревьев по площади они более продолжительное время находятся в изолированном состоянии от своих «соседей», и крона свободно развивается. Различия в размерах деревьев в начальных фазах формирования насаждений стремительно растут в соответствии с ранговым законом [3], поэтому разница в развитии крон между деревьями редких и густых древостоев до определенного возраста увеличивается.

Следствием отмеченных особенностей является наличие на единице площади исследуемых культур огромного количества ассимиляционного аппарата, на 50 ... 60 % больше, чем в культурах других лесорастительных зон. После полного освоения древостоем природного потенциала местообитания в условиях степи неизбежен дисбаланс между накопленной фотосинтезирующей массой и количеством доступной влаги. Это может быть одной из причин наблюдающегося в Джабык-Карагайском бору массового усыхания культур после 50...60 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Габеев, В.Н.* Биологическая продуктивность лесов Приобья [Текст] / В.Н. Габеев. – Новосибирск: Наука, 1976. – 171 с.

2. *Луганский, Н.А.* Структура и динамика сосновых древостоев на Среднем Урале [Текст] / Н.А. Луганский, З.Я. Нагимов // Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1994. – 140 с.

3. *Маслаков, Е.А.* Эколого-ценотические факторы возобновления и формирования (организации) насаждений сосны [Текст]: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Е.А. Маслаков. – Свердловск, 1981. – 50 с.

4. *Нагимов, З.Я.* Закономерности роста и формирования надземной фитомассы сосновых древостоев [Текст]: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / З.Я. Нагимов. – Екатеринбург, 2000. – 40 с.

5. *Никитин, К.Е.* Методы и техника обработки лесоводственной информации [Текст] / К.Е. Никитин, А.З. Швиденко. – М.: Лес. пром-сть, 1978. – 272 с.

6. *Рубцов, В.И.* Биологическая продуктивность сосны в лесостепной зоне [Текст] / В.И. Рубцов, А.И. Новосельцева, В.К. Попов, В.В. Рубцов. – М.: Наука, 1976. – 224 с.

7. *Семечкина, М.Г.* Структура фитомассы сосняков [Текст] / М.Г. Семечкина. – Новосибирск: Наука, 1978. – 165 с.

Z.Ya. Nagimov, O.V. Sustavova

Formation Peculiarities of Tree Top Phytomass in Artificial Pine Forests of Steppe Zauralye

Close connection between fractions of top tree phytomass and their inventory parameters is studied. Equations of dependencies of different phytomass fractions on age, diameter and height of trees are developed. Peculiarities of top tree phytomass formation are revealed in the artificial pine forests of steppe Zauralye.
