

УДК 630*5: 630*17 + 582.795

А.К. Габделхаков, А.А. Арсланов

Башкирский государственный аграрный университет

Габделхаков Айдар Кавилович родился в 1965 г., окончил в 1987 г. Башкирский сельскохозяйственный институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства Башкирского государственного аграрного университета. Имеет более 20 печатных работ по проблемам продуктивности и структуры фитомассы насаждений липы мелколистной.

E-mail: aliya201199@mail.ru; duvanles@mail.ru



Арсланов Айрат Альфитович родился в 1983 г., окончил в 2005 г. Башкирский государственный аграрный университет, аспирант кафедры лесных культур БГАУ. Имеет 4 печатные работы по проблемам продуктивности и структуры фитомассы культур липы мелколистной.

Тел.: 8-927-23-26-940



СТРУКТУРА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ФИТОМАССЫ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЛИПЫ БАШКИРСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Изучены запасы надземной фитомассы и годичной продукции по фракциям лесных культур липы мелколистной. Полученные данные дополнены сведениями о запасах фитомассы подлеска, травяного покрова и лесной подстилки.

Ключевые слова: лесные культуры, липа мелколистая, надземная фитомасса, годичная продукция, фракции.

Липовые леса – доминирующий тип лесной растительности Башкортостана (21,5 % площади лесного фонда республики). Большой частью они сформировались под антропогенным воздействием, являются вторичными и характеризуются средней и низкой производительностью (III–IV классы бонитета), в то время как искусственные насаждения липы мелколистной (или со значительной долей ее участия) представляют собой продуктивные фитоценозы (I–II классы бонитета). Сравнительная оценка естественных и искусственных фитоценозов, образованных липой мелколистной, антропогенного воздействия, их рекреационных и санитарно-гигиенических функций наиболее полно может осуществляться на основе параметров первичной биологической продуктивности, являющейся интегральным показателем состояния биогеоценоза.

Исследования по определению фитомассы и годичной продукции отдельных деревьев и древостоев липы мелколистной малочисленны. Наиболее известны работы [3, 4, 9–13 и др.], посвященные изучению естественных липняков. Публикаций о биологической продуктивности искусственных древостоев мало [16].

Цель данной работы – оценить продуктивность искусственных липняков в условиях Башкирского Предуралья. Объектом нашего исследования служили лесные культуры липы мелколистной, расположенные в черте г. Уфы и относящиеся к зоне широколиственных лесов лесной и лесостепной подзона Русской равнины. Климат резко континентальный (среднегодовая температура +2,5 °С, разница между абсолютными максимумом и минимумом 83 °; среднее годовое количество осадков 487 мм с колебаниями от 308 до 818 мм, из них 62...303 мм выпадает за вегетационный период со среднесуточной температурой более +5 °С).

Закладка пробных площадей (ПП), описание лесных культур, определение таксационных показателей, рубка модельных деревьев, статистическая обработка материалов осуществлены общепринятыми методами [1, 5, 7, 8].

Рельеф расположения ПП ровный, почвы темно-серые лесные тяжело- и среднесуглинистые. Лесные культуры созданы 2+3-летними саженцами на землях, выведенных из-под сельскохозяйственного пользования, подготовка почвы сплошная. Культуры состоят из шести рядов липы (на ПП 4 – пяти), чередующихся с двумя рядами следующих пород: на ПП 1 клена ясенелистного (*Acer negundo* L.); на ПП 2 яблони лесной (*Malus sylvestris* Mill.), березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), клена ясенелистного, ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.); на ПП 3 березы пушистой, яблони лесной, клена ясенелистного; на ПП 4 через 3 м с восточной и западной сторон примыкают по пять рядов культуры лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Шаг посадки на ПП 1–3 равен 0,75 м, ширина междурядий 2,4 м, а на ПП 4 соответственно 0,5 и 2,0 м. Сохранность и состояние культур различно: остались единичные экземпляры ели сибирской и березы пушистой; стволы клена ясенелистного везде искривленные, кроны часто суховершинные. Деревья липы имеют прямые, малосбежистые, на 6...8 м очищенные от сучьев стволы, высоко поднятые и компактные кроны. Некоторые деревья образовали порослевые гнезда с 2...5 стволами разного возраста. Подроста нет, подлесок редкий, в основном представлен кленом остролистным (*Acer platanoides* L.), ясенелистным (*A. negundo* L.), рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) и черемухой обыкновенной (*Padus racemosa* G.). Состояние насаждений удовлетворительное, их интенсивно посещают отдыхающие.

Тип условий местопроизрастания D₂, (на ПП 4 – C₂). Таксационная характеристика древостоев (учтены только ряды с липой мелколистной) приведена в табл. 1. Исследованные культуры липы IV класса возраста оказались в 1,2–1,5 раза продуктивнее чистых естественных липняков Предуралья и развиваются по I–II классам бонитета шкалы М.М. Орлова.

Таблица 1

Таксационные показатели культур липы мелколистной

Показатели	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4
Возраст, лет	39	39	34	36
Средние:				
высота, м	15,2	15,8	11,6	14,9
диаметр, см	12,6	13,7	9,5	11,3
Класс бонитета	I	I	II	I

Густота, экз.·га ⁻¹	4024	3262	3345	4524
Сумма площадей сечений, м ² ·га ⁻¹	50,53	48,85	23,55	45,14
Запас, м ³ ·га ⁻¹ :				
сырораствующий	381	303	129	362
сухостойный	7	5	9	15
Относительная полнота по таблицам*:				
стандартным [6]	$\frac{1,7}{1,8}$	$\frac{1,6}{1,3}$	$\frac{0,9}{0,9}$	$\frac{1,5}{1,7}$
вспомогательным для Предуралья [15]	$\frac{1,5}{1,5}$	$\frac{1,4}{1,2}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{1,4}{1,5}$

* В числителе показатели по сумме площадей сечений; в знаменателе – по запасу.

Таблица 2

Статистические характеристики уравнений регрессии вида $Y = a(d^2h)^b$
для выравнивания биопродукционных показателей деревьев (Y)

Показатели*	Фитомасса, кг				Годичная продукция, кг			Площадь листовой поверхности, м ²
	ствола		кроны		стволов		ветвей	
	Древесина	Кора	Ветви	Листья	Древесина	Кора		
Пробная площадь 1								
<i>a</i>	144,189	30,659	29,697	3,655	10,368	2,205	3,143	66,477
<i>b</i>	0,983	0,842	1,072	1,109	0,757	0,616	1,070	1,108
<i>F</i>	455	380	39	40	50	28	51	40
<i>R</i> ²	98	98	84	85	87	79	88	85
<i>S_e</i>	0,151	0,141	0,561	0,575	0,351	0,381	0,490	0,575
<i>E_m</i>	0,106	0,101	0,412	0,378	0,255	0,259	0,342	0,378
Пробная площадь 2								
<i>a</i>	127,495	34,636	21,093	5,834	12,681	3,488	2,027	75,982
<i>b</i>	0,878	0,941	0,832	0,843	0,950	1,014	0,684	0,843
<i>F</i>	792	1210	25	25	41	39	28	26
<i>R</i> ²	99	99	77	78	85	85	79	78
<i>S_e</i>	0,084	0,074	0,456	0,454	0,403	0,439	0,355	0,454
<i>E_m</i>	0,070	0,058	0,288	0,351	0,287	0,311	0,246	0,351
Пробная площадь 3								
<i>a</i>	143,279	33,684	79,475	13,839	8,960	2,106	7,630	253,391
<i>b</i>	1,001	0,903	1,438	1,432	0,697	0,599	1,194	1,434
<i>F</i>	579	424	117	59	13	9	90	59
<i>R</i> ²	99	98	94	89	63	53	93	89
<i>S_e</i>	0,119	0,126	0,380	0,534	0,560	0,578	0,360	0,534
<i>E_m</i>	0,081	0,088	0,278	0,366	0,375	0,358	0,260	0,366
Пробная площадь 4								
<i>a</i>	138,430	38,700	20,582	2,044	6,104	1,961	1,602	45,670
<i>b</i>	1,076	0,919	0,857	0,712	0,764	0,602	0,658	0,788
<i>F</i>	2206	2735	60	77	66	42	43	87
<i>R</i> ²	99	99	91	93	92	88	88	92
<i>S_e</i>	0,563	0,043	0,272	0,199	0,231	0,227	0,247	0,208

$$E_m \quad | \quad 0,038 \quad | \quad 0,029 \quad | \quad 0,167 \quad | \quad 0,133 \quad | \quad 0,175 \quad | \quad 0,169 \quad | \quad 0,174 \quad | \quad 0,140$$

* a , b – коэффициенты регрессионного уравнения; F – значимость уравнения по критерию Фишера; R^2 – коэффициент детерминации, %; S_e – стандартная ошибка уравнения; E_m – средняя абсолютная ошибка.

Методика определения надземной фитомассы и годичной продукции приведена нами ранее [2, 14]. Запас фитомассы древостоя рассчитан по данным 8 модельных деревьев на каждой пробной площади, отобранных в средних рядах культур методом направленной выборки (по одному дереву на ступень толщины) и случайной в пределах ступени. Фитомасса подлеска и живого напочвенного покрова установлена по данным учетных площадок размером 4 и 1 м² соответственно. Надземная фитомасса по фракциям определена непосредственным взвешиванием, а годичная продукция – расчетным путем, все показатели приведены в абс. сухой массе.

Таблица 3

Биопродукционные показатели древостоев

Показатели	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4
Фитомасса, т·га ⁻¹ :				
Ствол:				
Древесина	<u>147,63</u>	<u>126,96</u>	<u>50,48</u>	<u>109,31</u>
	68,51	67,80	63,46	63,34
Кора	<u>37,20</u>	<u>32,11</u>	<u>14,43</u>	<u>38,26</u>
	17,26	17,14	18,14	22,17
Итого	<u>184,83</u>	<u>159,07</u>	<u>64,91</u>	<u>147,57</u>
	85,77	84,94	81,60	85,51
Крона:				
Ветви	<u>27,42</u>	<u>22,15</u>	<u>12,45</u>	<u>22,27</u>
	12,73	11,83	15,65	12,90
Листва	<u>3,23</u>	<u>6,05</u>	<u>2,19</u>	<u>2,75</u>
	1,50	3,23	2,75	1,59
Итого	<u>30,65</u>	<u>28,20</u>	<u>14,64</u>	<u>25,02</u>
	14,23	15,06	18,40	14,49
Всего	<u>215,48</u>	<u>187,27</u>	<u>79,55</u>	<u>172,59</u>
	100,00	100,00	100,00	100,00
Годичная продукция, т·га ⁻¹ ·год:				
Ствол:				
Древесина	<u>14,01</u>	<u>11,65</u>	<u>5,90</u>	<u>7,61</u>
	59,06	50,17	5,60	49,29
Кора	<u>3,57</u>	<u>2,98</u>	<u>1,71</u>	<u>2,72</u>
	15,05	12,83	14,67	17,62
Итого	<u>17,58</u>	<u>14,63</u>	<u>7,61</u>	<u>10,33</u>
	74,11	63,00	65,27	66,91
Крона:				

Ветви	<u>2,91</u> 12,27	<u>2,54</u> 10,94	<u>1,86</u> 15,95	<u>2,36</u> 15,28
Листва	<u>3,23</u> 13,62	<u>6,05</u> 26,06	<u>2,19</u> 18,78	<u>2,75</u> 17,81
Итого	<u>6,14</u> 25,89	<u>8,59</u> 37,00	<u>4,05</u> 34,73	<u>5,11</u> 33,09
Всего	<u>23,72</u> 100,00	<u>23,22</u> 100,00	<u>11,66</u> 100,00	<u>15,44</u> 100,00
Фитодетрин, т·га ⁻¹	<u>3,68</u> –	<u>3,53</u> –	<u>4,17</u> –	<u>4,76</u> –
Площадь листвы, га	<u>5,89</u> –	<u>7,95</u> –	<u>3,59</u> –	<u>5,45</u> –

Примечание. В числителе – абсолютные показатели, в знаменателе – %.

Результаты регрессионного анализа зависимости фитомассы и годичной продукции отдельного дерева от d^2h (произведение квадрата диаметра ствола на его высоту, м³) в исследуемых липняках представлены в табл. 2, по данным которой можно судить о высокой значимости полученных уравнений (уровень значимости $\alpha < 0,03$, в том числе для фракций годичной продукции коры стволов ПП 3, где $F = 9$ и $R^2 = 53$ %).

Выравненные по уравнениям регрессии значения показателей биопродуктивности и частотное распределение деревьев по ступеням толщины позволили рассчитать фитомассу и годичную продукцию липняков (табл. 3). Фитомасса стволов изменяется от 65 до 185 т·га⁻¹, в том числе коры от 14 до 38 т·га⁻¹. Масса кроны составляет 15...31 т·га⁻¹, в том числе листьев 2...6 т·га⁻¹. Годичная продукция варьирует от 12 до 24 т·га⁻¹. Абсолютные значения фитомассы и годичной продукции по фракциям исследованных культур липы зависят от их полноты, как и близкие соотношения показателей в общей доле.

Таблица 4

Запасы биомассы нижних ярусов и их статистические показатели

№ пробной площади	Средняя масса, кг·га ⁻¹	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка среднего	Коэффициент вариации, %	Точность определения средней, %	Годичная продукция, кг·га ⁻¹
Подлесок						
2	<u>36 ± 33</u>	<u>38,2</u>	<u>17,1</u>	<u>105,1</u>	<u>47,0</u>	<u>36</u>
	<u>14 ± 13</u>	<u>14,9</u>	<u>6,7</u>	<u>107,6</u>	<u>48,1</u>	<u>14</u>
3	<u>329 ± 127</u>	<u>145,3</u>	<u>64,9</u>	<u>44,2</u>	<u>19,7</u>	<u>281</u>
	<u>117 ± 69</u>	<u>79,0</u>	<u>35,3</u>	<u>67,8</u>	<u>30,3</u>	<u>117</u>
4	<u>212 ± 31</u>	<u>71,4</u>	<u>16,0</u>	<u>33,7</u>	<u>7,5</u>	<u>102</u>
	<u>31 ± 2</u>	<u>5,7</u>	<u>1,3</u>	<u>18,3</u>	<u>4,1</u>	<u>31</u>
Травяной покров						
1	<u>43 ± 16</u>	<u>35,8</u>	<u>8,0</u>	<u>83,8</u>	<u>18,8</u>	<u>69</u>

2	62 ± 24	53,7	12,0	86,4	19,3	69
3	75 ± 17	38,8	8,7	51,7	11,6	96
4	24 ± 9	23,6	4,6	98,4	19,3	32
Лесная подстилка						
1	$\frac{2272 \pm 466}{860 \pm 162}$	$\frac{651,9}{227,1}$	$\frac{206,2}{71,3}$	$\frac{28,7}{26,4}$	$\frac{9,1}{8,4}$	–
	$\frac{3436 \pm 891}{2721 \pm 890}$	$\frac{1246,9}{1244,9}$	$\frac{394,3}{393,7}$	$\frac{36,3}{45,8}$	$\frac{11,5}{14,5}$	–
3	$\frac{3616 \pm 1019}{500 \pm 212}$	$\frac{1426,1}{296,8}$	$\frac{450,9}{93,9}$	$\frac{32,4}{59,4}$	$\frac{12,5}{18,8}$	–

Примечание. В числителе – данные для общей массы, в знаменателе – для листьев. Доверительные границы массы рассчитаны с вероятностью 95 %. На ПП 4 массу лесной подстилки не определяли.

На ПП 1 подлеска нет, а на остальных ПП он представлен 1–3-летними всходами различных видов, высотой менее 0,5 м, фитомасса и годовая продукция которых невелики (табл. 4) и также зависят от полноты древесного яруса.

В изученных лесных культурах флористический состав травостоя относительно беден (зафиксировано 7...10 видов) в результате сильного средообразующего воздействия тенистого полога липы. Фитомасса травяного покрова колеблется от 24 до 75 кг·га⁻¹ (табл. 4) и сильно варьирует (51...98 %) в пределах пробной площади, а годовая продукция не превышает 96 кг·га⁻¹.

Масса сухостойных стволов и мертвых ветвей в кронах живых деревьев изменяется в пределах 3,5...4,8 т·га⁻¹. Некромасса, заключенная в лесной подстилке, равна 2,3...3,6 т·га⁻¹, из которой на долю листьев приходится от 14 до 79 % (табл. 4). Суммарная площадь листовой поверхности (с одной стороны) составляет 3,6...8,0 га на 1 га древостоев.

Полученные данные о первичной биопродуктивности культур липы мелколистной могут быть использованы для решения задач лесовыращивания, оценки динамики накопления углерода и других целей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ануцин, Н.П. Лесная таксация [Текст]: учеб. для вузов / Н.П. Ануцин. – 5-е изд., доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 552 с.
2. Габделхаков, А.К. Первичная продуктивность липняков Башкирского Предуралья [Текст] / А.К. Габделхаков // Лесоведение. – 2001. – № 3. – С. 38–45.
3. Дылис, Н.Д. Фитомасса лесных биогеоценозов Подмосквья [Текст] / Н.Д. Дылис, Л.М. Носова. – М.: Наука, 1977. – 144 с.
4. Карманова, И.В. Пространственная структура сложных сосняков [Текст] / И.В. Карманова, Т.Н. Судницына, Н.А.Ильина. – М.: Наука, 1987. – 201 с.
5. Лакин, Г.Ф. Биометрия [Текст] / Г.Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
6. Общесоюзные нормативы для таксации лесов [Текст] / В.В. Загребев

[и др.]. – М.: Колос, 1992. – 495 с.

7. *Огиевский, В.В.* Обследование и исследование лесных культур [Текст] / В.В. Огиевский, А.А. Хиров. – М.: Лесн. пром-сть, 1964. – 51 с.

8. ОСТ 56-69–83. Площади пробные лесоустroительные. Метод закладки [Текст]. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1984. – 60 с.

9. *Ремезов, Н.П.* Потребление и круговорот азота и зольных элементов в лесах европейской части СССР [Текст] / Н.П. Ремезов, Л.Н. Быкова, К.М. Смирнов. – М.: Изд-во МГУ, 1959. – 284 с.

10. *Ситдииков, Р.Г.* Продуктивность липовых насаждений и научные основы их воспроизводства [Текст] / Р.Г. Ситдииков. – Уфа: Гилем, 1999. – 135 с.

11. *Смирнов, В.В.* Продуктивность древостоев подзоны широколиственно-еловых лесов. Сообщ. 3. Продуктивность 77-летнего древостоя липы [Текст] / В.В. Смирнов, В.Г. Семенова // Растит. ресурсы. – 1970. – Т. 6, № 2. – С. 165–176.

12. *Соколов, П.А.* Состояние и теоретические основы формирования липняков [Текст] / П.А. Соколов. – Йошкар-Ола: Марийск. кн. изд-во, 1978. – 208 с.

13. *Уварова, С.С.* Рост и фитомасса древостоев липы в Свердловской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / С.С. Уварова. – Екатеринбург, 2006. – 23 с.

14. *Хайретдинов, А.Ф.* Распределение надземной фитомассы в снытьевых липняках Башкирского Предуралья [Текст] / А.Ф. Хайретдинов, А.К. Габделхаков, К.М. Габдрахимов // Лесн. журн. – 1994. – № 1. – С. 14–18. – (Изв. высш. учеб. заведений).

15. *Шестаков, А.Ф.* Лесотаксационные таблицы, рекомендуемые для Башкирской АССР [Текст] / А.Ф. Шестаков. – Уфа, 1966. – С. 8.

16. *Tokar, F.* Nadzemna biomasa zmiesaneho porastu oreha cierneho (*Juglans nigra* L.) a lipy malolistej (*Tilia cordata* Mill.) [Text] / F.Tokar // Lesnictvi. – 1986. – R. 32, C. 11. – S. 1011–1020.

Поступила 17.10.08

A.K. Gabdelkhakov, A.A. Arslanov
Bashkiria State Agrarian University

Structure and Productivity of Cultivated Lime Phytomass in Bashkirian Pre-Ural Region

The top phytomass stock and annual products are studied for cultivated tillel fractions. The received information is complemented by the data on undergrowth phytomass stock, grass cover and forest floor.

Keywords: cultivated trees, tillel, top phytomass, annual products, fractions.