

Роль коры в соотношении диаметров нижней части деревьев берёзы повислой (*Betula pendula* L.) в условиях Средней Сибири

А.А. Вайс, д.с.-х.н., ФГБОУ ВПО Сибирский ГТУ

Форма нижней части стволов деревьев в значительной степени зависит от размера коры (корки). Комлевая часть определяет устойчивость дерева к воздействию внешних факторов (ветер, лесной пожар, механический удар и т.д.). Нижняя часть ствола является самой ценной с точки зрения хозяйственного использования. Берёза повислая (*Betula pendula* L.) относится к тонкокорым породам Сибири. Всё это указывает на актуальность изучения соотношения диаметров ствола в нижней части в коре и без коры.

Вопросы определения размеров и объёма коры представлены в классических работах М. М. Орлова, Н. П. Анучина, А. В. Тюрина. На основе данных таксационных таблиц (объёмных, сортиментных и товарных) И. А. Нахабцев разделил лесной фонд СССР на 20 лесотаксационных районов [1]. Автор установил по выделенным территориям процентное содержание коры в древостоях основных лесообразующих пород в зависимости от их средних диаметров.

В. Н. Евстафьев отмечал влияние возраста и размеров деревьев на величину коры [2]. На основе математической модели было получено распределение относительной толщины коры деревьев лиственницы по относительным высотам (от 0,1 до 1,0).

И. И. Гусев установил, что район исследования в незначительной степени влияет на толщину коры ели Европейского Севера [3]. При этом учёный определял размер коры с учётом бонитета древостоя (III–V класса бонитета и V^a класса бонитета). В худших условиях местопроизрастания толщина коры была больше при достоверном различии. Автор отмечал несущественную роль возраста при вычислении двойной толщины коры.

В. Ф. Лебков, Н. Ф. Каплина предлагали с учётом второго коэффициента формы, процента объёма коры или двойной толщины коры на высоте груди разделять все стволы на три группы (I – толстокорые, II – среднекорые, III – тонкокорые) [4]. Такая дифференциация позволяет повысить точность таблиц.

Роль коры в определении текущего запаса личного древостоя на примере сосновых лесов Приангарья подробно изучил В. В. Гончарук. Автор предлагал при расчёте толщины коры среднего дерева пользоваться линейным уравнением, поскольку между диаметрами деревьев без коры и в коре существуют тесные положительные линейные связи [5].

Как показал обзор, основное внимание исследователями уделялось вопросам определения

размеров коры и его распределению по длине ствола, а также роли факторов в установлении этой величины. На следующем этапе необходимо более подробно изучить вопросы размерной роли коры в отдельных частях дерева.

Материалы и методика исследования. Основной целью данной работы было изучение размера коры в соотношении диаметра дерева на высоте груди и на высоте пня, поскольку эта величина в значительной степени определяет товарную структуру дерева. Для решения цели были поставлены следующие задачи:

- определить соотношение диаметров в коре и без коры на высоте груди и на высоте пня;
- установить стандартные формы данного соотношения;
- выявить закономерности в распределении коры в изучаемой связи;
- разработать норматив для перехода от диаметров на высоте груди и на высоте пня в коре к диаметрам без коры.

Исходными данными для анализа являлись учётные и модельные деревья берёзы повислой (*Betula pendula* L.) (табл. 1), срубленные на пробных площадях из трёх территорий Средней Сибири: Томская область (Асиновский район), Красноярский край (Большемуртинский район) и Иркутская область (Эхирит-Булагатский район). Общее число моделей 758 шт.

В насаждениях возраст берёзы варьировал от 24 до 105 лет, высота – от 7,0 до 27,5 м, диаметр на высоте груди – от 6,1 до 43,5 см, диаметр на высоте пня – от 6,1 до 59,2 см. Всё это указывает на высокое разнообразие исходного материала. Толщина коры характеризовалась следующими пределами: абсолютная толщина на высоте груди – 0,2–8,0 см; абсолютная толщина на высоте пня – 0,2–8,0 см.

Результаты исследования. С помощью методов регрессионного анализа были построены зависимости диаметров стволов на высоте груди в коре и без коры от диаметров на высоте пня ($d_{1,3 \text{ в.к.}} = f(d_{\text{п.в.к.}})$), ($d_{1,3 \text{ б.к.}} = f(d_{\text{п.б.к.}})$) по отдельным насаждениям.

Вопросы определения толщины коры и закономерности соотношения диаметров для деревьев сосны отражены в ранее опубликованных работах [6].

Достаточный объём выборки позволил получить достоверные значения коэффициентов для большинства уравнений. Величина ошибки варьировала для связи $d_{1,3 \text{ в.к.}} = f(d_{\text{п.в.к.}})$ от 1,1 до 3,8 см, а для модели $d_{1,3 \text{ б.к.}} = f(d_{\text{п.б.к.}})$ от 0,9 до 2,8 см. Коэффициенты детерминации указывали на адекватность связей ($R^2 = 0,343–0,954$ и $R^2 = 0,471–0,960$).

Для констатации различия линий диаметров в коре и без коры был использован графический анализ. Общие закономерности иллюстрировали две выявленные формы соотношения линий.

В первом варианте наблюдалось равномерное соотношение, когда вне зависимости от диаметра ствола размер коры характеризовался одинаковой пропорцией диаметров в коре и без коры. Во втором варианте изменение соотношения было нарастающим, а это значит, что чем больше размер пня, тем значительнее различие в диаметрах на высоте груди. Роль коры возрастала с увеличением размера пня.

Целый ряд исследователей указывали на то, что район произрастания в незначительной степени влияет на соотношение диаметров, толщину коры и т.д. Всё это послужило основанием для объединения материала по лесным районам. Сформированные выборки указывали на наличие в Томской области и Красноярском крае равномерного соотношения диаметров, а в Иркутской области – нарастающего типа размещения линий (рис.).

По мнению В. В. Гончарука [5], регрессионный метод позволяет не только определить диаметры стволов без коры, но и двойную толщину коры с высокой степенью точности:

$$2 \times T_i = d_{i \text{ в.к.}} - d_{i \text{ б.к.}} \Rightarrow d_{i \text{ б.к.}} = a + b \times d_{i \text{ в.к.}} \Rightarrow$$

$$2 \times T_i = d_{i \text{ в.к.}} - (a + b \times d_{i \text{ в.к.}}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{2 \times T_i}{d_{i \text{ в.к.}}} = 1 - \left(\frac{a}{d_{i \text{ в.к.}}} + b \right) \Rightarrow c = 1 - \left(\frac{a}{d_{i \text{ в.к.}}} + b \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \times T_i = d_{i \text{ в.к.}} \times c. \quad (1)$$

С целью определения диаметров деревьев без коры были получены регрессионные модели вида: $d_{1,3 \text{ б.к.}} = a + b \times d_{1,3 \text{ в.к.}}$ и $d_{\text{п б.к.}} = a + b \times d_{\text{п в.к.}}$. Параметры уравнений приведены в таблице 2.

2. Параметры уравнений вида $d_{1,3 \text{ б.к.}} = a + b \times d_{1,3 \text{ в.к.}}$ и $d_{\text{п б.к.}} = a + b \times d_{\text{п в.к.}}$

Вид уравнения	Коэффициент		R ²	m, см	p _a	p _b	F
	a	b					
Томская область							
$d_{1,3 \text{ б.к.}} = a + b \times d_{1,3 \text{ в.к.}}$	-1,66	1,033	0,990	0,34	1,9E-10	5,8E-69	дост.
$d_{\text{п б.к.}} = a + b \times d_{\text{п в.к.}}$	-1,63	0,984	0,979	0,84	2E-4	7,6E-58	дост.
Красноярский край							
$d_{1,3 \text{ б.к.}} = a + b \times d_{1,3 \text{ в.к.}}$	-0,54	0,936	0,993	0,61	4,6E-16	0	дост.
$d_{\text{п б.к.}} = a + b \times d_{\text{п в.к.}}$	-0,81	0,944	0,993	0,75	1,6E-21	0	дост.
Иркутская область							
$d_{1,3 \text{ б.к.}} = a + b \times d_{1,3 \text{ в.к.}}$	-0,57	0,951	0,993	0,33	9,9E-6	1,3E-106	дост.
$d_{\text{п б.к.}} = a + b \times d_{\text{п в.к.}}$	-0,51	0,897	0,976	0,88	0,002	3,0E-80	дост.

Примечание: $F_p > F_T$ – уравнение достоверно; $p_i < 0,05$ – коэффициент значим при уровне доверительной вероятности 0,954

1. Лимиты морфолого-таксационных признаков и толщина коры берёзы повислой (*Betula pendula L.*)

Морфолого-таксационный признак				Толщина коры, см	
А, лет	Н, м	$d_{1,3 \text{ в.к.}}$, см	$d_{\text{п в.к.}}$, см	$2 \times T_{1,3}$	$2 \times T_{\text{п}}$
Томская область					
57–98	15,5–24,0	14,3–22,0	13,0–31,0	0,6–1,0	1,0–3,0
-	15,0–20,6	14,1–36,6	-	1,4–2,8	-
60–93	17,2–26,3	18,0–25,0	20,4–36,0	0,4–1,5	1,0–3,0
-	12,5–18,1	10,3–13,7	11,8–21,2	1,0–2,0	1,0–2,4
-	19,2–21,9	15,6–17,8	-	1,6–2,1	-
Красноярский край					
24–68	7,0–19,3	3,9–25,9	6,1–32,5	0,6–2,3	0,8–4,0
35–78	9,6–21,7	6,3–30,1	8,1–39,5	0,4–7,0	1,0–4,2
31–71	10,8–23,6	7,2–36,6	12,0–57,5	0,2–1,9	0,2–5,6
29–74	11,6–25,2	7,2–41,7	9,0–53,4	1,4–4,0	1,6–5,0
25–63	9,9–27,5	6,8–51,1	11,2–28,7	1,0–6,4	1,6–4,0
32–71	8,5–22,2	6,1–35,2	8,9–45,6	0,5–5,2	0,8–6,0
38–69	10,7–22,3	7,1–33,3	10,2–39,1	0,4–3,0	0,6–3,5
32–69	10,4–21,2	7,3–23,1	8,1–27,0	0,5–2,6	0,6–2,8
24–105	9,5–24,5	6,4–41,1	8,0–44,6	0,4–2,2	0,4–3,2
31–67	11,2–24,4	6,1–42,0	9,3–55,0	0,8–2,8	1,0–4,9
33–72	11,3–23,4	7,7–37,3	9,9–42,8	0,8–3,0	1,1–3,5
36–77	13,5–24,8	12,1–32,1	13,9–44,3	0,6–2,8	1,6–3,0
32–71	9,6–25,1	7,2–42,2	8,6–59,2	0,7–4,0	0,8–4,9
27–92	8,9–25,6	6,2–43,5	9,5–47,4	0,8–8,0	1,0–8,0
Иркутская область					
60–80	10,9–24,0	7,2–27,5	10,9–38,7	0,6–2,3	1,0–7,0

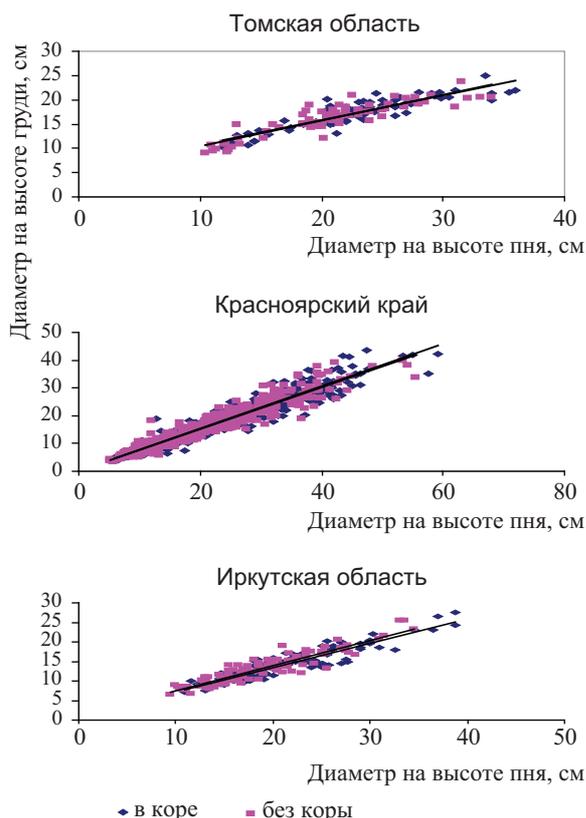


Рис. – Связь $d_{1,3 \text{ в.к.}} = f(d_{\text{п.в.к.}})$ и $d_{1,3 \text{ б.к.}} = f(d_{\text{п.б.к.}})$ по лесным районам

На основе формулы (1) и таблицы 2 был выполнен расчёт коэффициента c . Очевидно, что отношение коэффициента к диаметру ствола ($a/d_{\text{п.в.к.}}$) отражает зависимость этого соотношения от диаметра ствола. Поэтому было решено выполнить перерасчёт линейных уравнений без коэффициента a :

Томская область:

$$2 \times T_{1,3} = (1 - 1,033) \times d_{1,3 \text{ в.к.}} = \text{не определена}$$

$$2 \times T_{\text{п}} = (1 - 0,984) \times d_{\text{п.в.к.}} = 0,016 \times d_{\text{п.в.к.}}$$

Красноярский край:

$$2 \times T_{1,3} = (1 - 0,936) \times d_{1,3 \text{ в.к.}} = 0,064 \times d_{1,3 \text{ в.к.}}$$

$$2 \times T_{\text{п}} = (1 - 0,944) \times d_{\text{п.в.к.}} = 0,056 \times d_{\text{п.в.к.}}$$

Иркутская область: $2 \times T_{1,3} = (1 - 0,951) \times d_{1,3 \text{ в.к.}} = 0,049 \times d_{1,3 \text{ в.к.}}$

$$2 \times T_{\text{п}} = (1 - 0,897) \times d_{\text{п.в.к.}} = 0,103 \times d_{\text{п.в.к.}}$$

В результате был получен итоговый норматив, отражающий среднюю двойную толщину коры на высоте пня и 1,3 м в зависимости от диаметра ствола (табл. 3).

Выводы. Результаты исследований можно резюмировать следующим образом:

– устойчивую связь соотношения диаметров деревьев на высоте груди и на высоте пня со

значимыми коэффициентами можно получить на уровне лесного района;

– выявлено, что в условиях Средней Сибири деревья берёзы повислой характеризуются двумя типами соотношения диаметров в коре и без коры: равномерным и нарастающим. Наличие второго типа можно объяснить увеличением толщины коры у крупномерных деревьев. Основными факторами, влияющими на величину коры данной территории, являются лесные пожары и размер ствола;

– регрессионный метод вычисления размера коры показал свою эффективность при установлении двойной толщины коры.

– разработан норматив определения величины коры для ряда лесных районов Средней Сибири.

3. Норматив определения двойной толщины коры

Диаметр ствола, см	Томская область		Красноярский край		Иркутская область	
	$2 \times T_{1,3}$, см	$2 \times T_{\text{п}}$, см	$2 \times T_{1,3}$, см	$2 \times T_{\text{п}}$, см	$2 \times T_{1,3}$, см	$2 \times T_{\text{п}}$, см
6	-	-	0,38	0,34	-	-
8	-	-	0,51	0,45	-	-
10	-	0,11	0,64	0,56	0,49	1,03
12	-	0,19	0,77	0,67	0,59	1,24
16	-	0,25	1,02	0,90	0,78	1,65
20	-	0,32	1,28	1,12	0,98	2,06
24	-	0,38	1,54	1,34	1,18	2,47
28	-	0,45	1,79	1,57	1,37	2,88
32	-	0,51	2,05	1,79	1,57	3,30
36	-	0,58	2,30	2,02	1,76	3,71
40	-	-	2,56	2,24	1,96	4,12
44	-	-	2,82	2,46	-	-
48	-	-	3,07	2,69	-	-
52	-	-	3,33	2,91	-	-
56	-	-	3,58	3,14	-	-
59	-	-	3,78	3,30	-	-

Литература

1. Нахабцев И. А. Содержание коры в древостоях лесного фонда СССР // Лесная таксация и лесоустройство: межвуз. сб. науч. тр. Красноярск: СТИ, 1989. С. 98–105.
2. Евстафьев В. Н. Закономерности формирования коры лиственницы сибирской в условиях Приангарского района: автореф. дисс.... канд. с-х. наук. Красноярск, 2007. 23 с.
3. Гусев И. И. Толщина и объём коры древесных стволов ели // Лесная таксация и лесоустройство: межвуз. сб. науч. тр. Красноярск: СТИ, 1981. С. 24–30.
4. Лебков В. Ф., Каплина Н. Ф. Влияние параметров древесной коры на формирование стволов деревьев сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. Вып. 9. Брянск: БГИТА, 2004. С. 26–29.
5. Гончарук В. В. Фактор коры в определении текущего прироста запаса наличного древостоя // Лесная таксация и лесоустройство: межвуз. сб. науч. тр. Красноярск: КПИ, 1980. С. 85–90.
6. Вайс А. А. Толщина коры нижней части деревьев сосны обыкновенной (Pinus sylvestris) в условиях Средней Сибири // Вестник КрасГАУ. 2009. № 7. С. 44–47.