

УДК 630\*160:630\*81:582.475:630\*187

## Элементный состав коры сосны (*Pinus sylvestris* L.) различных типов леса

О.М. ХРАМЧЕНКОВА, Р.И. НОВИКОВ

Представлены результаты определения Ca, K, Fe, Mg, Mn, Zn и Cu в коре обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающей в свежих, влажных и мокрых лесах. Установлено долевое участие минеральных элементов в золе сосновой коры: Ca: 83,7–89,9 %; K: 4,2–5,0 %; Fe: 3,0–6,2 %; Mg: 2,0–2,8 %; Mn: 1,0–2,4 %; Zn–до 0,3 %; Cu–до 0,05 %. Статистически значимые отличия концентраций элементов в коре сосны были установлены для K, Fe, Mg, Mn, Zn и Cu: их содержание достоверно выше для мшистых, орляковых и черничных типов леса, чем для кисличных, приручейно-травяных и долгомошных.

**Ключевые слова:** сосна, кора, зола, тип леса, концентрации элементов.

The values of Ca, K, Fe, Mg, Mn, Zn and Cu in bark of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) are presented. Elements content in the ash pine bark was found to be: Ca: 83,7–89,9 %; K: 4,2–5,0 %; Fe: 3,0–6,2 %; Mg: 2,0–2,8 %; Mn: 1,0–2,4 %; Zn–0.3 %; Cu–0,05 %. Statistically significant differences were observed for K, Fe, Mg, Mn, Zn and Cu values. Their concentrations was higher in the in *Pleuroziosum*, *Pteridiosum* and *Myrtillosum* types of pine stands than in *Oxalidosum*, *Fontinale-herbosum* and *Polytrichosum* types.

**Keywords:** Scots pine, bark, ash, forest type, elements concentration.

**Введение.** Древесная кора представляет собой совокупность тканей, находящихся снаружи от камбия. Наружный слой коры (ритидом) состоит в основном из мертвых тканей, поэтому он физиологически не активен и служит для защиты внутренних тканей. У сосны обыкновенной объем коры по отношению к объему ствола в среднем составляет около 10–11 %. По мере роста дерева кора не выдерживает давления разрастающегося ствола и растрескивается, как правило, продольно. В результате на поверхности коры формируется определенный рисунок. Структура феллемы и глубина залегания повторных перидерм обуславливают толщину пластин коры. Толщина коры и структура ее слоев меняются с возрастом в зависимости от освещенности, влажности и трофности мест произрастания [1], [2].

Основными элементами, слагающими вещества наружного слоя коры сосны обыкновенной, являются углерод, кислород, водород, азот и фосфор, содержание которых составляет 98–99 % сухой массы. Среди зольных элементов встречаются Ca, Si, K, Na, Mg, Fe, реже и в меньшем количестве Cu, Mn, Al и др. Основными компонентами золы коры являются оксид кальция (30–33 %) и диоксид кремния (30–32 %). В золе находится также значительное количество оксида железа (11–12 %), алюминия (3–3,5 %), оксида магния (2,5–3 %) [3]–[7].

Элементный состав коры сосны является интегральным показателем условий роста деревьев и характеристикой местообитания эпифитных организмов – например, лишайников [8]–[10]. Для лесорастительных условий юго-востока Беларуси данных о содержании зольных веществ в коре сосны обыкновенной крайне мало, в силу чего оценка элементного состава коры сосны различных типов леса Гомельского региона представляется актуальной задачей.

**Методы исследований.** Пробные площади закладывали в сосновых лесах государственного лесохозяйственного учреждения «Гомельский лесхоз» в чистых и смешанных древостоях с участием сосны в породном составе не менее 85 %. Минимальный и максимальный диаметры выдела не отличались более, чем в 1,3 раза, площадь составляла не менее 1,5 га, полнота насаждений 0,6–0,9. Исследования охватывали гигрогенный ряд: свежие (сосняки мшистый и орляковый), влажные (сосняки черничный и кисличный) и сырые (сосняки приручейно-травяной и долгомошный) [11].

На каждой пробной площади выбирали 10 наиболее типичных деревьев, на высоте 1,3 м отбирали пробы верхнего слоя коры на глубину 0,5 см. Глубина отбора коры обеспечивает характеристику субстрата существования эпифитных лишайников, а также зоны влияния капельно-жидкой воды, прошедшей сквозь крону данного дерева и стекающей по стволу в виде раствора, содержащего дождевые выщелачивания из кроны и выщележащей коры данного дерева.

Пробы коры, высушивали до воздушно-сухого состояния, после чего брали навески для исследования. Навеску коры массой 1–3 г озоляли на протяжении 6 ч при температуре 550 °С. Полученную золу сосновой коры обрабатывали царской водкой при нагревании, упаривали до влажных солей, после чего методом атомно-абсорбционной спектрометрии определяли Ca, Mg, K, Fe, Cu, Mn и Zn. Полученные данные пересчитывали на 1 г золы и воздушно-сухой коры. Данные обрабатывали с использованием стандартного программного продукта Статистика 7.0.

**Результаты исследований.** Здесь и далее используются стандартные обозначения типов сосновых лесов: МШ – мшистый, ОР – орляковый, ЧЕР – черничный, КИС – кисличный, ПР-ТР – приручейно-травяной, ДМ – долгомошный.

Сосна обыкновенная является нетребовательной к условиям минерального питания породой, следствием чего является относительно невысокое содержание изучаемых элементов в ее коре (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание элементов в коре сосны разных типов леса, мг/г

Элемент	Тип леса					
	МШ	ОР	ЧЕР	КИС	ПР-ТР	ДМ
Кальций	4,24 ± 0,14	4,37 ± 0,11	4,64 ± 0,19	4,22 ± 0,35	4,86 ± 0,47	4,67 ± 0,22
Калий	0,245 ± 0,008	0,256 ± 0,009	0,253 ± 0,007	0,211 ± 0,015	0,215 ± 0,017	0,208 ± 0,008
Железо	0,264 ± 0,012	0,341 ± 0,020	0,279 ± 0,011	0,126 ± 0,012	0,155 ± 0,017	0,175 ± 0,013
Магний	0,122 ± 0,004	0,147 ± 0,005	0,120 ± 0,004	0,092 ± 0,005	0,101 ± 0,007	0,108 ± 0,005
Марганец	0,116 ± 0,007	0,115 ± 0,004	0,082 ± 0,006	0,061 ± 0,004	0,033 ± 0,003	0,052 ± 0,005
Цинк*	15,0 ± 0,52	16,6 ± 0,66	13,2 ± 0,47	9,4 ± 0,53	9,2 ± 0,56	11,3 ± 0,52
Медь*	2,5 ± 0,08	2,7 ± 0,01	2,6 ± 0,01	1,8 ± 0,01	1,7 ± 0,01	1,6 ± 0,01

\* – в мкг/г коры

Известно также, что наибольшая плотность древесины хвойных достигается не в хороших, а в средних лесорастительных условиях. Элементный состав верхнего слоя сосновой коры представляет собой своеобразную «летопись» корневого питания и интенсивности физиологических процессов в стволе. Концентрации элементов в верхнем слое коры сосны, по нашим данным, образуют ряд убывания: Ca > K ≈ Fe > Mg > Mn > Zn > Cu.

По сумме концентраций Ca, Mg, K, Fe, Cu, Mn и Zn в коре сосны леса Гомельского Полесья образуют ряд убывания: КИС > ПР-ТР > ДМ > ЧЕР > ОР ≈ МШ. Эдафический ареал сосны обыкновенной очень широк, однако колебания содержания зольных элементов и азота обычно согласуются с колебаниями водоснабжения,

При пересчете полученных данных на 1 г золы сосновой коры установлено, что до 83,7–89,9 % массы золы составляет кальций; 4,2–5,0 % – калий; 3,0–6,2 % – железо; 2,0–2,8 % – магний; 1,0–2,4 % – марганец; до 0,3 % – цинк; до 0,05 % – медь (рисунок 1).

Долевое участие кальция увеличивается на 6 % в ряду от мшистых до долгомошных сосняков, тогда как доля железа, магния и марганца возрастает в 2-4 раза в ряду от мокрых лесов до свежих. По-видимому, влажность условий произрастания сосны обыкновенной опосредованно влияет на элементный состав ее коры, воздействуя на корневое поглощение элементов и их перераспределение в стволе на протяжении онтогенеза [12].

Результаты статистического анализа полученных данных приведены на рисунке 1.

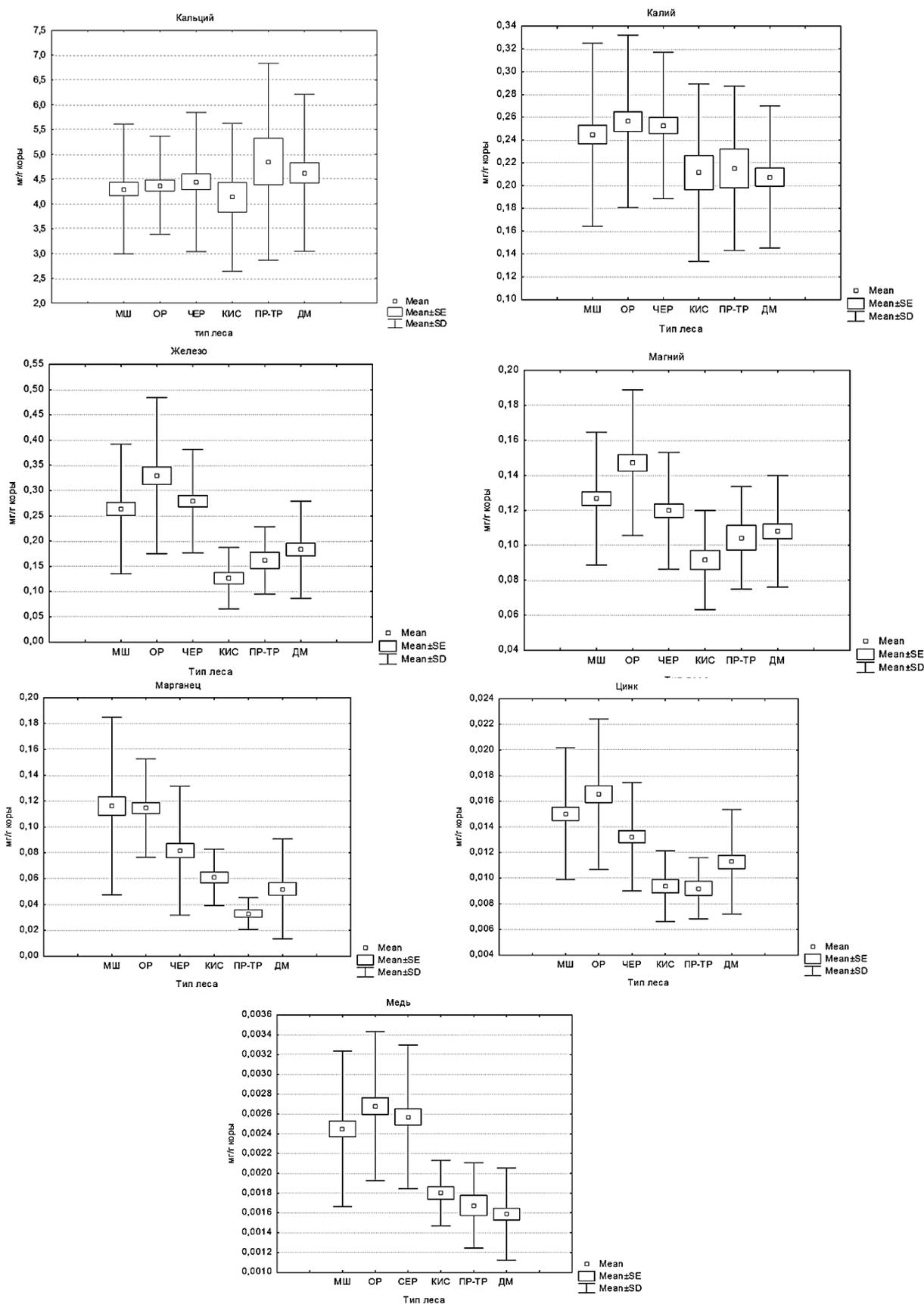


Рисунок 1 – Содержание Ca, K, Fe, Mg, Mn, Zn и Cu в коре сосны различных типов леса

Статистически значимые отличия концентраций элементов были отмечены для калия железа и магния – в коре сосны из кисличных, приручейно-травяных и долгомошных типов леса этот показатель был достоверно ниже, чем для мшистых, орляковых и черничных лесов.

Для концентраций кальция достоверных отличий не обнаружено. Содержание Mn, Zn и Cu в коре сосны достоверно выше для мшистых, орляковых и черничных типов леса, чем для кисличных, приручейно-травяных и долгомошных.

**Заключение.** Установлено доленое участие минеральных элементов в золе сосновой коры: Ca: 83,7–89,9 %; K: 4,2–5,0 %; Fe: 3,0–6,2 %; Mg: 2,0–2,8 %; Mn: 1,0–2,4 %; Zn – до 0,3 %; Cu – до 0,05 %. По сумме концентраций Ca, K, Fe, Mg, Mn, Zn и Cu в коре сосны леса Гомельского Полесья образуют ряд убывания: кисличные > приручейно-травяные > долгомошные > черничные > орляковые ≈ мшистые. Статистически значимые отличия для значений концентраций элементов в коре сосны были установлены для K, Fe, Mg, Mn, Zn и Cu: их содержание достоверно выше для мшистых, орляковых и черничных типов леса, чем для кисличных, приручейно-травяных и долгомошных.

### Литература

1. Браунинг, Б.Л. Химия древесины / Б.Л. Браунинг. – М. : Лесная промышленность, 1967 – 415 с.
2. Житков, А.В. Утилизация древесной коры / А.В. Житков. – М. : Лесная промышленность, – 1985. – 136 с.
3. Уголев, Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение / Б.Н. Уголев. – М. : Академия, 2011. – 272 с.
4. Будкевич, Е.В. Древесина сосновых / Е.В. Будкевич. – М. : АН СССР, 1961 – 152 с.
5. Чавчавадзе, Е.С. Древесина сосновых / Е.С. Чавчавадзе. – Л. : Наука, 1979 – 101 с.
6. Экстрактивные вещества коры *Picea ajanensis* / Г.Ф. Черненко [и др.] // Химия природных соединений. – 1990. – № 5. – С. 645–649.
7. Корбукова, И.В. Особенности химического состава корки и луба *Pinus sylvestris* L.: дис. ... канд. хим. наук : 05.21.03 / И.В. Корбукова. – СПб, 1996. – 160 с.
8. Gausla, Y. Fine-scale distribution of the epiphytic lichen *Usnea longissima* on two even-aged neighbouring *Picea abies* trees / Y. Gausla, M. Ohlson, J. Rostad // J. Veget. Sci. – 1998. – Vol. 9, № 1. – P. 95–102.
9. Pyatt, F.B. Lichen ecology of metal spoil tips: effects of metal ions on ascospore viability / F.B. Pyatt // The Bryologist. – 1976. – Vol. 79, № 2. – P. 172–179.
10. Türk, R. Wenn Bäume Bärte tragen / R. Türk // Natur und Land. – 1999. – Bd. 85, № 4–5. – S. 20–23.
11. Погребняк, П.С. Общее лесоводство / П.С. Погребняк. – М. : Колос, 1968. – 440 с.
12. Тихонов, А.С. Лесоведение / А.С. Тихонов. – Калуга : ГП «Облиздат», 2011. – 332 с.

Гомельский государственный  
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 12.06.2016