

*Dmitriy K. Gulyaev,*  
post-graduate;

*Valentina D. Belonogova,*  
ScD, professor;

*Alexander S. Vlasov,*  
ScD,  
Perm State Pharmaceutical Academy

## Seasonal Dynamics of Trace-element Composition of Woody Greens of Spruce Growing in the Perm Region

**Keywords:** Spruce, needles, branches, content of microelements.

**Annotation:** The study of seasonal dynamics of trace-element composition of woody greens of spruce growing in the Perm region. To determine the content of micronutrients used the method of roentgen-fluorescence analysis. It was found that the content of microelements in the needles and branches of spruce subject to seasonal changes. The predominant micronutrients on quantitative content in the samples of pine needles and branches, are manganese and silicon. For most trace elements typical of maximum accumulation in the needles and branches in winter, in summer, a decrease of their contents.

### Введение

Микроэлементы жизненно необходимы растению в достаточных количествах, поскольку без них не могут протекать основные физиологические - биохимические реакции растения. Микроэлементный состав растительного сырья является объектом многих исследований (1-4). Микроэлементы поступают в ткани растения из почвы, поэтому некоторое влияние на микроэлементный состав может оказывать элементный состав почвы. Исследовались образцы сырья, заготовленные в Ильинском районе Пермского края. Для данной местности характерны преимущественно дерново-карбонатные и дерново-подзолистые почвы (5).

Микроэлементный состав древесной зелени ели обыкновенной может меняться в зависимости от времени года.

Поэтому представляло интерес изучить сезонную динамику накопления микроэлементов в хвое и ветвях ели обыкновенной, что определило **цель нашего исследования.**

### Материалы и методы исследования

Объектами исследования служили 12 образцов древесной зелени (охвоенные побеги с диаметром ветвей не более 8 мм) ели обыкновенной, собранной в Ильинском районе Пермского края в 2014 году. Сбор образцов проводили с деревьев одного возраста. Собранные образцы, подвергали воздушно-теневой сушке, в течение месяца до содержания влаги 6 — 8%.

Для изучения микроэлементного состава древесной зелени использовали

рентгено-флюоресцентный метод. Навеску 10 грамм сухого сырья измельчали до порошкообразного состояния, помещали в тигли и сжигали на плитке до прекращения дымления. Затем, тигли помещали в муфельную печь при температуре 600° С, выдерживали в муфельной печи до полного озоления т.е, отсутствия черной угольной массы. После полного охлаждения тиглей добавляли 50% азотную кислоту и выпаривали её на плитке, избегая разбрызгивания, затем помещали в муфельную печь при температуре 600°С на 1 час. После этого проводили качественный и количественный анализ.

### Результаты исследования и их обсуждение

Таблица 1

Содержание микроэлементов в хвое ели обыкновенной, мкг/кг

| Элемент | Лето          | Осень         | Зима          | Весна         |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Cu      | 6,08±0,21     | 5,34±0,25     | 8,26±0,05     | 4,67±0,23     |
| Zn      | 122,45±1,21   | 147,3±0,7     | 202,03±7,33   | 181,27±4,84   |
| Al      | 256,37±19,23  | 304,33±25,84  | 352,63±9,15   | 315,97±6,31   |
| Si      | 1455,67±126,7 | 2845,7±123,66 | 1254,6±121,61 | 2022,2±10,38  |
| Ti      | 138,27±1,7    | 176,6±5,67    | 66,33±2,46    | 107±9,25      |
| Cr      | -             | -             | 3,27±0,31     | -             |
| Mn      | 1124,53±23,12 | 373,97±11,78  | 3655,67±70,94 | 2361,33±89,64 |
| Fe      | 174,87±4,82   | 175,33±7,05   | 417,7±21,81   | 267,17±17,89  |
| Co      | 7,22±0,19     | 2,26±0,06     | 14,93±0,54    | 9,15±0,19     |
| Ni      | 4,37±0,48     | 7,60±0,87     | 10±0,85       | 31,86±2,77    |
| Pb      | 1,45±0,11     | 1,56±0,21     | 1,88±0,18     | 2,77±0,27     |
| Mo      | 0,53±0,09     | 0,21±0,03     | 0,17±0,02     | 0,06±0,01     |
| Sn      | 0,07±0,01     | -             | 0,52±0,09     | 0,47±0,06     |
| Ba      | 74,23±9,54    | 209,33±2,2    | 41,43±1,88    | 134,53±13,6   |

Наибольшее содержание, среди микроэлементов хвои ели обыкновенной, приходится на марганец и кремний (табл. 1). Хром, молибден и олово содержатся в хвое в минимальных количествах, или могут отсутствовать в зависимости от времени года. Медь, цинк, алюминий, марганец, железо, кобальт и олово имеют максимум накопления зимой. Хром накапливается в хвое только зимой, а в остальное время года отсутствует.

Ряд биологического поглощения микроэлементов для хвои ели обыкновенной в зависимости от времени года:

Лето: Si>Mn>Al>Fe>Ti>Zn>Ba>Co>Cu>Ni>Pb>Mo>Sn>Cr.

Осень: Si>Mn>Al>Ba>Ti>Fe>Zn>Ni>Cu>Co>Pb>Mo>Sn>Cr.

Зима: Mn>Si>Fe>Al>Zn>Ti>Ba>Co>Ni>Cu>Cr>Pb>Sn>Mo.

Весна: Mn>Si>Al>Fe>Zn>Ba>Ti>Ni>Co>Cu>Pb>Sn>Mo>Cr.

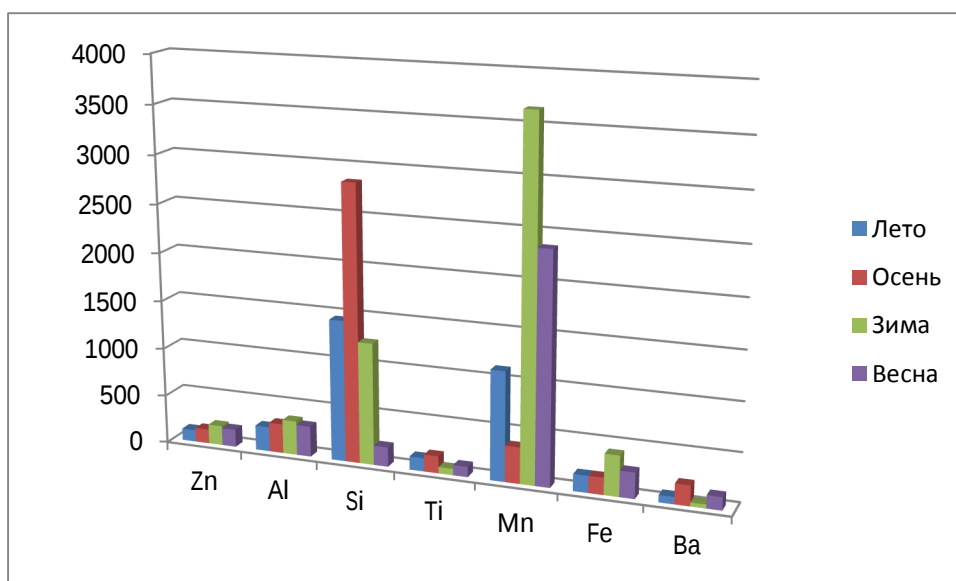


Рисунок 1. Сезонная динамика основных микроэлементов в хвое, мкг/кг.

Содержание марганца и кремния в хвое ели обыкновенной наиболее подвержено сезонным изменениям (рис. 1). Марганец максимально накапливается зимой, а кремний осенью. Весной марганец постепенно снижается до минимальной отметки осенью. Кремний же начинает постепенно накапливаться с минимальной отметки весной, до осеннего максимума. У остальных микроэлементов разброс величин содержания не велик.

Таблица 2

Содержание микроэлементов в ветвях ели обыкновенной, мкг/кг

| Элемент | Лето         | Осень        | Зима           | Весна        |
|---------|--------------|--------------|----------------|--------------|
| Cu      | 20,36±0,49   | 28,09±1,07   | 22,27±1,37     | 24,03±0,15   |
| Zn      | 244,37±18,62 | 221,5±11,7   | 323,93±15,46   | 225,8±6,22   |
| Al      | 363,4±30,41  | 482,9±16,08  | 554,1±50,05    | 485,1±5,87   |
| Si      | 319,47±29,86 | 670,2±38,57  | 1037,2±102,57  | 496,83±35,7  |
| Ti      | 167,93±9,99  | 407,8±17,67  | 170,93±7,8     | 226,9±2,69   |
| Cr      | -            | -            | 4,733±0,4      | 0,21±0,02    |
| Mn      | 709,27±40,01 | 537,67±34,11 | 4122,67±180,62 | 775,3±17,01  |
| Fe      | 495,47±57,25 | 682,67±53,25 | 962±60,88      | 836,73±36,86 |
| Co      | 1,34±0,11    | 3,54±0,34    | 21,4±0,95      | 2,74±0,26    |
| Ni      | 10,95±0,62   | 13,41±0,42   | 12,93±0,55     | 23,52±0,64   |
| Pb      | 3,98±0,63    | 6,62±0,25    | 6,68±0,37      | 8,64±0,55    |
| Mo      | -            | 0,18±0,04    | 0,05±0,01      | -            |
| Sn      | 0,16±0,02    | -            | 0,2±0,01       | -            |
| Ba      | 67,93±1,29   | 289,73±2,65  | 38,3±3,35      | 85,33±6,05   |

В ветвях ели обыкновенной максимально накапливается марганец, железо и кремний (табл. 2). Хром, молибден и олово, обнаружены в минимальных количествах. Для большинства металлов наблюдается максимум содержания в зимние месяцы. Содержание меди, алюминия, титана, железа, кобальта, никеля и свинца, уменьшается

до минимальной отметки летом. Кроме того, остальные элементы минимально накапливаются летом.

Таким образом наблюдения за сезонной динамикой накопления показали, что в ветвях содержание микроэлементов, в основном увеличивается к зиме, и существенно снижается к лету.

Ряд биологического поглощения микроэлементов для ветвей ели обыкновенной в зависимости от времени года составляет:

Лето:  $Mn > Fe > Al > Si > Zn > Ti > Ba > Cu > Ni > Pb > Co > Sn > Mo > Cr$ .

Осень:  $Fe > Si > Mn > Al > Ti > Ba > Zn > Cu > Ni > Pb > Co > Mo > Sn > Cr$ .

Зима:  $Mn > Si > Fe > Al > Zn > Ti > Ba > Cu > Co > Ni > Pb > Cr > Sn > Mo$ .

Весна:  $Fe > Mn > Si > Al > Ti > Zn > Ba > Cu > Ni > Pb > Co > Cr > Sn > Mo$ .

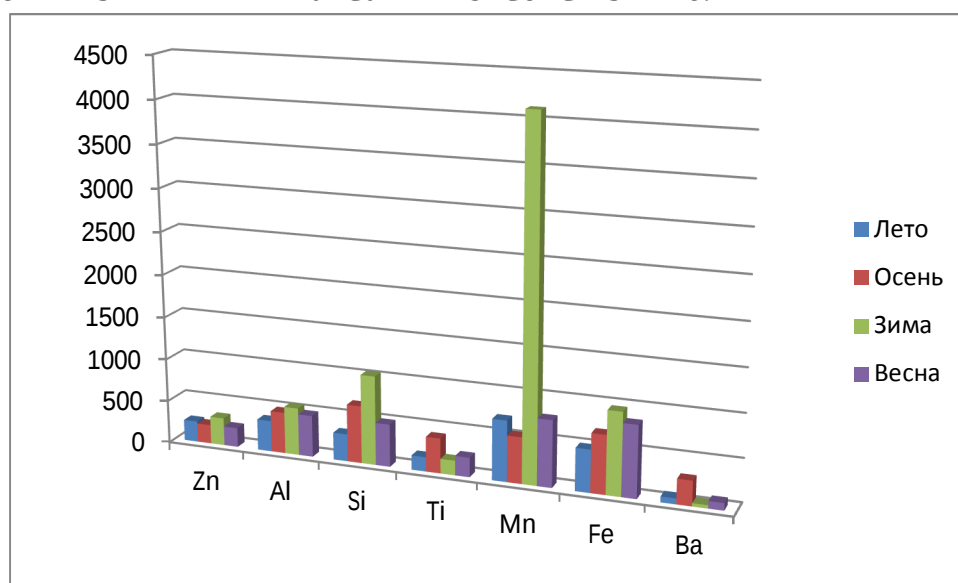


Рисунок 2. Сезонная динамика основных микроэлементов в ветвях, мкг/кг.

Содержание марганца в ветвях резко увеличивается в зимний период после осеннего минимума (рис. 2), весной наблюдается снижение. Для кремния характерно плавное накопление, начиная с минимального значения летом, и заканчивая зимним максимумом, с постепенным снижением содержания весной. Подобный график содержания характерен и для железа. Для большинства металлов наблюдается максимум содержания в зимние месяцы. Барий и титан больше накапливаются летом.

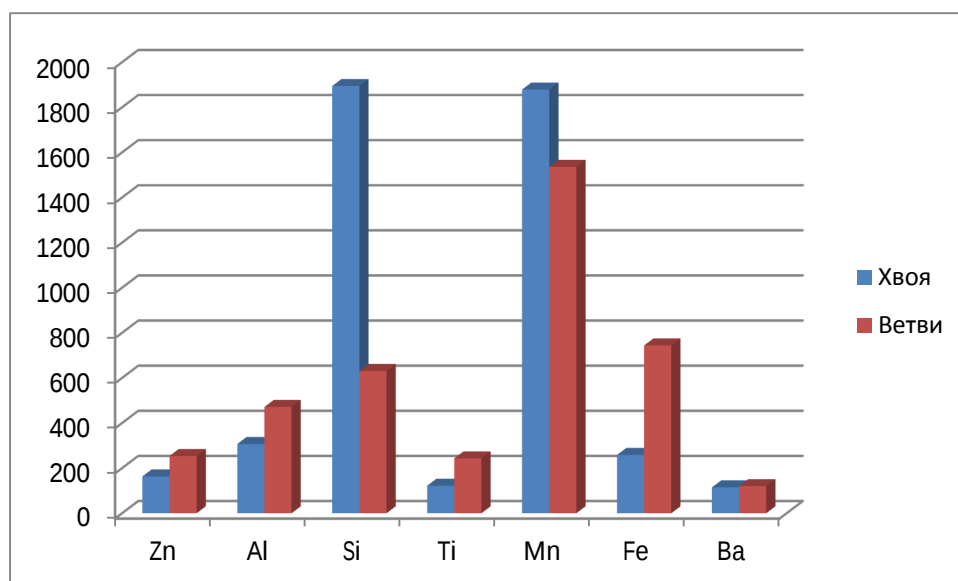


Рисунок 3. Содержание основных микроэлементов в хвое и ветвях ели обыкновенной (средние данные времён года), мг/кг.

Сравнивая содержание основных элементов хвои и ветвей ели обыкновенной (рис. 3), можно сделать вывод, что в ветвях микроэлементов содержится больше, за исключением кремния и марганца, которых больше в хвое.

#### Выводы

1. Установлено, что основными микроэлементами хвои и ветвей ели обыкновенной являются марганец и кремний.
2. Максимум накопления микроэлементов в хвое и ветвях ели обыкновенной приходится на зимние месяцы.
3. Установлено, что кремний, титан, свинец и барий в хвое, и медь, титан, никель, свинец и барий в ветвях, накапливается максимально в разное время года. Минимальное содержание большинства микроэлементов приходится на лето.
3. В хвое ели обыкновенной максимально накапливается марганец, кремний, кобальт и олово.

#### References:

1. Belonogova VD. Resources, environmental safety and phytochemical research of wild medicinal plants of Perm Krai: abstract diss .... Dr. pharmacy. Sciences. Perm, 2009; 39.
2. Gurjev AM, Usubov MS, Kalinkina GI, Tsibukova TN, The elemental composition of Calamus (Acorus calamus L.): Chemistry of plant raw materials, 2003, №2; 45-48.
3. Kopylov IS. Laws of formation of soil landscapes Urals, their geochemical features and anomalies: Modern problems of science and education, 2013, № 4.
4. Kruglov DS, Ovchinnikov SV. The elemental composition of the family BORAGINACEAE: Flora of Asian Russia, 2012, №1; 77-95.
5. Repjyah SM, Levin ED. Recycling wood greens: Timber industry. Moscow, 1984; 120.