

РЕТРОСПЕКТИВНА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИВЧЕННЯ РІЧНИХ КІЛЬЦЬ ЗРІЗУ БУКА (УГОЛЬСЬКИЙ МАСИВ КАРПАТСЬКОГО БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА)

Е.Я. Жовинський¹, Н.О. Крюченко¹, П.С. Папарига²

¹ – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка
03680, просп. акад. Палладіна, 34, Київ, Україна

² – Карпатський біосферний заповідник
90600, Красне Плесо, 77, м. Рахів, Закарпатська обл., Україна

Розглянуто особливості розподілу хімічних елементів у річних кільцях зрізу бука, що зростає на території Угольського масиву Карпатського біосферного заповідника. Встановлено, що накопичення хімічних елементів у кільцях бука на території заповідника залежить від кліматичних умов і не відображає природні (виверження вулканів) та техногенні катаклізми. Виключення становить лантан, підвищений вміст якого у навколишньому середовищі позначається на хімічному складі деревини у кільцях бука.

Вступ. Особливу роль у вивченні колишнього стану навколишнього середовища відіграють стратифіковані утворення, у тому числі – кільця дерев. Послідовно утворені шари природних матеріалів є індикаторами умов їх утворення та стану навколишнього середовища. Вивчення їх потрібне для вирішення проблем, пов'язаних з глобальною зміною клімату та хімічного складу навколишнього середовища. Шляхи надходження металів і мікроелементів однозначно не встановлені, міграція елементів усередині дерева вивчена недостатньо. Перш за все, це обумовлено тим, що тканина дерева – складна біологічна та фізико-хімічна система.

Об'єкт та методи дослідження. Об'єктом дослідження служили річні кільця бука лісового, який зростає на заповідній території Карпатського біосферного заповідника на висоті 600 м, вік – 241 рік (засіяний природно в 1769 р., зрубаний 16.07.2010 р.), місцезростання – с. Мала Уголька Тячівського р-ну (Угольський масив). Досліджували спил товщиною 10 см, діаметром 78 см, висота дерева – 30 м, стовбур гладкий, вкритий тонким шаром сірої кори (рис. 1).

Зразки сколоті рівномірно з інтервалом по 10 років. Сколи робилися так, щоб захопити рівномірно всі річні кільця (для отримання усереднених даних з мінімальною похибкою). Наважку брали по 50 грам та 5 грам з кожного десятирічного циклу. Виняток становить зразок № 1, де наважку

© Е.Я. Жовинський, Н.О. Крюченко,
П.С. Папарига, 2012

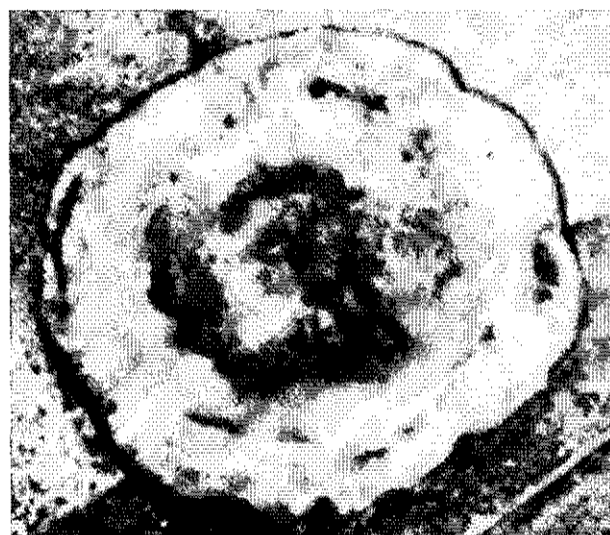


Рис. 1. Зріз бука лісового

в 50 та 5 грам взято за 20 років (дуже дрібні річні кільця і наважку за 10 років відібрати неможливо).

Кора відібрана рівномірно по товщині з метою отримання усереднених даних за всі роки (з 1769 по 2010 р.).

Для дослідження вмісту хімічних елементів використано метод атомної абсорбції (важкі метали) і ІСП-МС (рідкісні елементи).

Розподіл елементів у кільцях бука. Було проаналізовано вміст Zn, Cu, Ni, Fe, Li та лантаноїдів (Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) у кожному з кільць бука (табл. 1). Встановлено кореляційні зв'язки (табл. 2) та проведено статистичну обробку даних (табл. 3).

Вміст у земній корі лантаноїдів становить 0,015 %. Вони концентруються в апатитах, бариті,

Ретроспективна оцінка екологічної ситуації (Угольський масив Карпатського біосферного заповідника)

Таблиця 1. Вміст елементів у стовбурі бука (по річних кільцях), $\mu\text{g} \cdot 10^{-4} \%$

| Роки | Y | La | Ce | Pr | Nd | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | Zn | Cu | Ni | Fe | Li |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-----|-----|------|----|
| 1769-1789 | 0,0574 | 0,069 | 0,155 | 0,0128 | 0,05 | 0,008 | 0,0068 | 0,0086 | 0,0024 | 0,0086 | 0,0014 | 0,0124 | 0,0006 | 0,0038 | 0,0008 | 8 | 2,5 | 1,2 | 24,4 | 55 |
| 1789-1799 | 0,054 | 0,0664 | 0,1248 | 0,0136 | 0,0486 | 0,011 | 0,0008 | 0,0136 | 0,0024 | 0,0092 | 0,0018 | 0,004 | 0,0008 | 0,0034 | 0,0004 | 14 | 0,8 | 0,8 | 26,5 | 42 |
| 1799-1809 | 0,0604 | 0,065 | 0,0832 | 0,0098 | 0,0426 | 0,0096 | 0,003 | 0,0092 | 0,0014 | 0,008 | 0,0018 | 0,0044 | 0,0006 | 0,0052 | 0,0006 | 5 | 1 | 0,7 | 32 | 40 |
| 1809-1819 | 0,028 | 0,0408 | 0,0768 | 0,0068 | 0,0252 | 0,0036 | 0,0074 | 0,005 | 0,0012 | 0,0032 | 0,0006 | 0,0026 | 0,0004 | 0,002 | 0,0004 | 18 | 0,6 | 1,1 | 32 | 50 |
| 1819-1829 | 0,0382 | 0,051 | 0,07 | 0,007 | 0,027 | 0,0048 | 0,003 | 0,0066 | 0,0014 | 0,0054 | 0,001 | 0,003 | 0,0006 | 0,0026 | 0,0002 | 5 | 1,6 | 1 | 10,8 | 45 |
| 1829-1839 | 0,027 | 0,0416 | 0,0694 | 0,007 | 0,025 | 0,005 | 0,003 | 0,004 | 0,001 | 0,0046 | 0,0006 | 0,002 | 0,0002 | 0,0014 | 0,0002 | 4 | 1,3 | 0,7 | 12,1 | 42 |
| 1839-1849 | 0,024 | 0,0714 | 0,1236 | 0,0122 | 0,04 | 0,0064 | 0,003 | 0,003 | 0,0006 | 0,0036 | 0,0006 | 0,0012 | 0,0002 | 0,0012 | 0,001 | 4,2 | 1,2 | 0,7 | 10,4 | 35 |
| 1849-1859 | 0,0282 | 0,0494 | 0,0848 | 0,0078 | 0,0304 | 0,004 | 0,0064 | 0,0052 | 0,0014 | 0,005 | 0,0006 | 0,0022 | 0,0004 | 0,0014 | 0,0002 | 3,2 | 1,4 | 0,7 | 29,7 | 40 |
| 1859-1869 | 0,018 | 0,0414 | 0,0696 | 0,0068 | 0,0222 | 0,0038 | 0,003 | 0,004 | 0,0004 | 0,0028 | 0,0004 | 0,001 | 0,0002 | 0,0014 | 0,001 | 3,2 | 1 | 0,6 | 14 | 40 |
| 1869-1879 | 0,0242 | 0,0408 | 0,0634 | 0,0054 | 0,0174 | 0,0034 | 0,0026 | 0,0056 | 0,001 | 0,002 | 0,0004 | 0,0034 | 0,0002 | 0,0008 | 0,0002 | 5 | 1,8 | 1 | 72 | 60 |
| 1879-1889 | 0,028 | 0,0538 | 0,0882 | 0,009 | 0,0302 | 0,0044 | 0,003 | 0,005 | 0,001 | 0,0046 | 0,0006 | 0,002 | 0,0002 | 0,0014 | 0,001 | 1 | 1,6 | 0,7 | 11 | 20 |
| 1889-1899 | 0,0128 | 0,5264 | 0,04 | 0,0036 | 0,0126 | 0,002 | 0,003 | 0,0024 | 0,0004 | 0,0018 | 0,0002 | 0,0006 | 0,0002 | 0,0006 | 0,01 | 3 | 1,4 | 0,9 | 8 | 32 |
| 1899-1909 | 0,0064 | 0,03 | 0,0538 | 0,0066 | 0,018 | 0,003 | 0,0044 | 0,002 | 0,0004 | 0,0018 | 0,0002 | 0,0012 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0002 | 2 | 1 | 0,9 | 1,3 | 46 |
| 1909-1919 | 0,0164 | 0,0238 | 0,0306 | 0,0032 | 0,0132 | 0,0026 | 0,003 | 0,0044 | 0,0006 | 0,0014 | 0,0002 | 0,0006 | 0,0002 | 0,0008 | 0,001 | 3 | 0,9 | 0,4 | 8,9 | 35 |
| 1919-1929 | 0,02 | 0,0356 | 0,0638 | 0,006 | 0,0226 | 0,0034 | 0,003 | 0,0072 | 0,0006 | 0,004 | 0,0004 | 0,0026 | 0,0002 | 0,0014 | 0,001 | 1 | 0,5 | 0,6 | 10,2 | 38 |
| 1929-1939 | 0,0304 | 0,0408 | 0,0718 | 0,0072 | 0,0276 | 0,0078 | 0,003 | 0,0068 | 0,001 | 0,005 | 0,001 | 0,002 | 0,0002 | 0,002 | 0,001 | 3 | 0,9 | 0,4 | 10,4 | 23 |
| 1939-1949 | 0,034 | 0,095 | 0,1728 | 0,015 | 0,0474 | 0,0078 | 0,0022 | 0,008 | 0,0014 | 0,0058 | 0,0014 | 0,0064 | 0,0004 | 0,003 | 0,0008 | 3 | 1,2 | 0,6 | 16 | 28 |
| 1949-1959 | 0,0138 | 0,0324 | 0,061 | 0,0056 | 0,0198 | 0,0032 | 0,003 | 0,004 | 0,0006 | 0,0024 | 0,0004 | 0,0016 | 0,0002 | 0,0012 | 0,001 | 4 | 1 | 1 | 8 | 20 |
| 1959-1969 | 0,0122 | 0,0286 | 0,0682 | 0,006 | 0,0212 | 0,004 | 0,003 | 0,0048 | 0,0008 | 0,0018 | 0,0002 | 0,0028 | 0,0002 | 0,0008 | 0,001 | 2 | 0,9 | 1 | 4,5 | 30 |
| 1969-1979 | 0,0138 | 0,0294 | 0,053 | 0,0052 | 0,0174 | 0,0018 | 0,003 | 0,0054 | 0,0008 | 0,003 | 0,0002 | 0,001 | 0,0002 | 0,0018 | 0,001 | 2 | 0,9 | 1 | 8,9 | 24 |
| 1979-1989 | 0,0034 | 0,0138 | 0,0336 | 0,002 | 0,0068 | 0,0014 | 0,0028 | 0,006 | 0,0001 | 0,001 | 0,0002 | 0,0008 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0002 | 2 | 1,5 | 1,3 | 7,4 | 27 |
| 1989-1999 | 0,0328 | 0,0698 | 0,0974 | 0,0088 | 0,0326 | 0,0054 | 0,003 | 0,0078 | 0,001 | 0,0048 | 0,0008 | 0,0038 | 0,0006 | 0,0026 | 0,001 | 3 | 1,5 | 0,8 | 9,5 | 30 |
| 1999-2010 | 0,0036 | 0,0138 | 0,055 | 0,0026 | 0,0106 | 0,0001 | 0,0034 | 0,001 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0038 | 0,0002 | 0,0006 | 0,0001 | 3 | 2,2 | 0,7 | 7,3 | 30 |
| кора | 0,0486 | 0,0498 | 0,0856 | 0,0084 | 0,0346 | 0,0078 | 0,0622 | 0,0066 | 0,001 | 0,0074 | 0,0014 | 0,0032 | 0,0006 | 0,003 | 0,0004 | 8 | 3,9 | 4,2 | 32 | 70 |

гранітах, базальтах, піроксенітах, андезитах, глинах, в морській воді тощо. У ґрунтах вміст лантанодів сягає 0,24 %. З ґрунтів ці елементи потрапляють у рослини.

Завдяки аналізуванню вмісту лантанодів можна встановити, що загальним є зменшення їх вмісту з 1769 по 1899 роки, потім має місце стрибкоподібне збільшення. Щоб охарактеризувати розподіл елементів по кільцях було виділено групи за максимальним і мінімальним вмістом по роках.

До першої групи віднесені елементи, мінімальний вміст яких у кільцях бука відповідає посушливим періодам – Y, Sm, Gd, Tb, Ho, Er, Tm, Yb.

У питаннях про коливання клімату відіграє велику роль праця Брюкнера "Кліматичні коливання з 1700 року", яка вийшла у Відні в 1890 р. [1]. Починаючи з XVII ст. він встановив період коливань клімату, рівний 35,5 років. Протягом цього періоду зафіксовано дві епохи: перша – сира і холодна, друга – суха і тепла. Кожна з цих епох

Таблиця 2. Кореляційні зв'язки елементів в кільцях бука

| | Li | V | Cr | Co | Ni | Cu | Zn | As | Se | Sr | Nb | Mo | Ag | Sn | Sb | Ba | La | Ce | Pb | Bi |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------|
| Li | 1 | 0,05 | 0,98 | -0,44 | 0,14 | 0,44 | 0,48 | 0,38 | 0,12 | -0,02 | 0,32 | 0,92 | 0,16 | 0,55 | 0,31 | 0,18 | 0,07 | -0,06 | -0,14 | -0,16 |
| V | 0,05 | 1 | 0,13 | 0,13 | 0,28 | 0,07 | 0,32 | 0,47 | 0,03 | -0,04 | 0,46 | -0,16 | 0,54 | 0,06 | 0,11 | 0,88 | 0,58 | 0,65 | 0,72 | 0,1 |
| Cr | 0,98 | 0,13 | 1 | -0,42 | 0,21 | 0,32 | 0,46 | 0,28 | 0,13 | 0,06 | 0,34 | 0,94 | 0,12 | 0,44 | 0,23 | 0,27 | 0,1 | -0,05 | 0 | -0,23 |
| Co | -0,44 | 0,13 | -0,42 | 1 | -0,19 | -0,26 | 0,27 | 0,02 | -0,60 | -0,33 | -0,16 | -0,43 | 0,07 | -0,26 | -0,14 | 0,03 | 0,73 | 0,7 | 0,06 | 0 |
| Ni | 0,14 | 0,28 | 0,21 | -0,19 | 1 | 0,24 | 0,44 | 0,31 | -0,26 | 0,88 | 0,32 | 0,1 | 0,59 | 0,22 | 0,19 | 0,17 | 0,16 | 0,2 | 0,25 | -0,37 |
| Cu | 0,44 | 0,07 | 0,32 | -0,26 | 0,24 | 1 | 0,28 | 0,84 | 0 | -0,06 | 0,7 | 0,13 | 0,75 | 0,98 | 0,93 | 0,21 | 0,04 | 0,01 | -0,05 | -0,03 |
| Zn | 0,48 | 0,32 | 0,46 | 0,27 | 0,44 | 0,28 | 1 | 0,58 | -0,30 | 0,2 | 0,06 | 0,34 | 0,46 | 0,29 | 0,12 | 0,09 | 0,76 | 0,7 | -0,14 | -0,40 |
| As | 0,38 | 0,47 | 0,28 | 0,02 | 0,31 | 0,84 | 0,58 | 1 | -0,21 | -0,06 | 0,59 | 0,01 | 0,89 | 0,79 | 0,71 | 0,41 | 0,46 | 0,51 | 0,04 | 0,12 |
| Se | 0,12 | 0,03 | 0,13 | -0,60 | -0,26 | 0 | -0,30 | -0,21 | 1 | -0,18 | 0,07 | 0,12 | -0,33 | -0,01 | 0,01 | 0,1 | -0,42 | -0,50 | 0,2 | -0,32 |
| Sr | -0,02 | -0,04 | 0,06 | -0,33 | 0,88 | -0,06 | 0,2 | -0,06 | -0,18 | 1 | -0,07 | 0,08 | 0,21 | -0,09 | -0,15 | -0,19 | -0,16 | -0,09 | 0 | -0,30 |
| Nb | 0,32 | 0,46 | 0,34 | -0,16 | 0,32 | 0,7 | 0,06 | 0,59 | 0,07 | -0,07 | 1 | 0,09 | 0,73 | 0,76 | 0,86 | 0,75 | 0,14 | 0,06 | 0,63 | -0,11 |
| Mo | 0,92 | -0,16 | 0,94 | -0,43 | 0,1 | 0,13 | 0,34 | 0,01 | 0,12 | 0,08 | 0,09 | 1 | -0,16 | 0,26 | 0,03 | -0,01 | -0,07 | -0,23 | -0,20 | -0,25 |
| Ag | 0,16 | 0,54 | 0,12 | 0,07 | 0,59 | 0,75 | 0,46 | 0,89 | -0,33 | 0,21 | 0,73 | -0,16 | 1 | 0,71 | 0,73 | 0,53 | 0,43 | 0,49 | 0,33 | 0,02 |
| Sn | 0,55 | 0,06 | 0,44 | -0,26 | 0,22 | 0,98 | 0,29 | 0,79 | -0,01 | -0,09 | 0,76 | 0,26 | 0,71 | 1 | 0,95 | 0,27 | 0,05 | -0,02 | 0 | -0,08 |
| Sb | 0,31 | 0,11 | 0,23 | -0,14 | 0,19 | 0,93 | 0,12 | 0,71 | 0,01 | -0,15 | 0,86 | 0,03 | 0,73 | 0,95 | 1 | 0,37 | 0,05 | -0,02 | 0,21 | -0,11 |
| Ba | 0,18 | 0,88 | 0,27 | 0,03 | 0,17 | 0,21 | 0,09 | 0,41 | 0,1 | -0,19 | 0,75 | -0,01 | 0,53 | 0,27 | 0,37 | 1 | 0,4 | 0,38 | 0,87 | 0,07 |
| La | 0,07 | 0,58 | 0,1 | 0,73 | 0,16 | 0,04 | 0,76 | 0,46 | -0,42 | -0,16 | 0,14 | -0,07 | 0,43 | 0,05 | 0,05 | 0,4 | 1 | 0,95 | 0,24 | -0,20 |
| Ce | -0,06 | 0,65 | -0,05 | 0,7 | 0,2 | 0,01 | 0,7 | 0,51 | -0,50 | -0,09 | 0,06 | -0,23 | 0,49 | -0,02 | -0,02 | 0,38 | 0,95 | 1 | 0,2 | 0,01 |
| Pb | -0,14 | 0,72 | 0 | 0,06 | 0,25 | -0,05 | -0,14 | 0,04 | 0,2 | 0 | 0,63 | -0,20 | 0,33 | 0 | 0,21 | 0,87 | 0,24 | 0,2 | 1 | -0,17 |
| Bi | -0,16 | 0,1 | -0,23 | 0 | -0,37 | -0,03 | -0,40 | 0,12 | -0,32 | -0,30 | -0,11 | -0,25 | 0,02 | -0,08 | -0,11 | 0,07 | -0,20 | 0,01 | -0,17 | 1 |

триває від 10 до 25 років, а отже, сам брукнерівський період коливається в межах 20 – 50 років, і 35,5 років – усереднена тривалість.

З робіт Брукнера маємо важливий висновок, а саме: мінімум опадів протягом 900 років повторюється по три рази на століття і майже в одні і ті ж десятиліття, а саме між 20–30, 60–70 і 90–99-ми роками. Сухі періоди, з найменшою кількістю опадів, спостерігалися протягом: 1716–1735, 1756–1770, 1781–1805, 1826–1840, 1856–1870 рр.

З 1769 року ця закономірність фіксується і за дослідженими буковими кільцями. Мінімальні значення вмісту лантанодів припадають на 1899–1909 і 1979–1989 роки. Максимальний вміст був у 1799–1809 (утричі вище від фоновому).

У 1901, як і в 2001 році, на Закарпатті була максимальна посуха (100 днів без опадів), що і дало мінімальний вміст елементів за цей період. Максимальне значення встановлено у 1799–1801 і 1939–1949 роках.

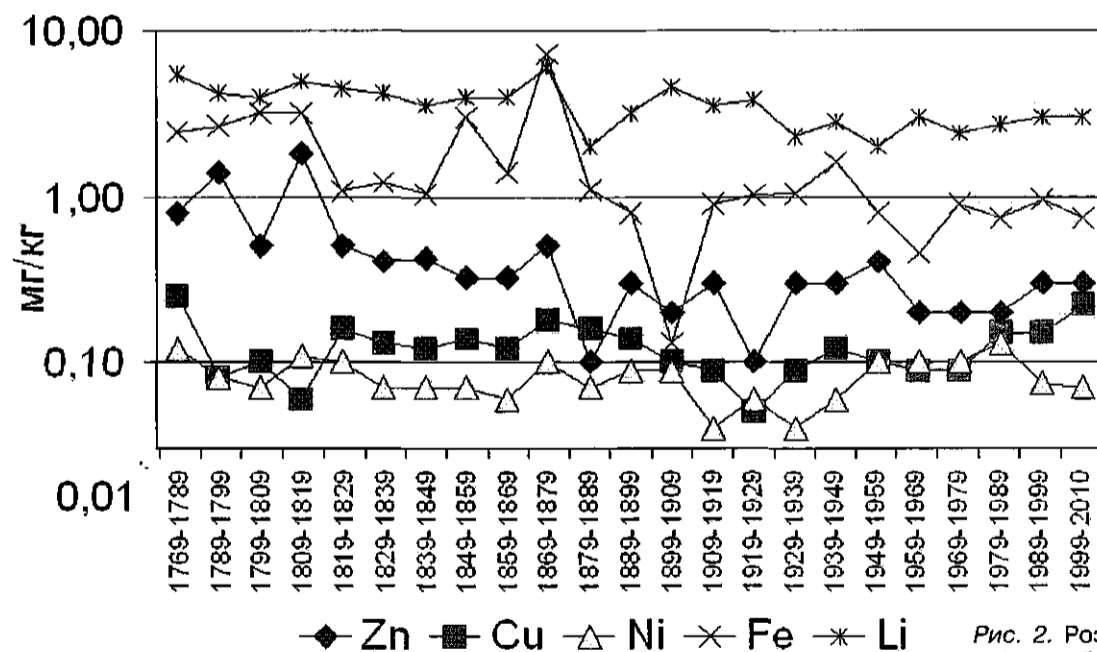


Рис. 2. Розподіл металів у кільцях бука за роками

Таблиця 3. Статистична обробка даних щодо вмісту хімічних елементів у кільцях бука

| Елемент | Mean | Median | Minimum | Maximum |
|---------|----------|--------|---------|---------|
| Y | 0,026483 | 0,0256 | 0,0034 | 0,0604 |
| La | 0,065825 | 0,0415 | 0,0138 | 0,5264 |
| Ce | 0,078975 | 0,0698 | 0,0306 | 0,1728 |
| Pr | 0,007433 | 0,0069 | 0,002 | 0,015 |
| Nd | 0,026792 | 0,0251 | 0,0068 | 0,05 |
| Sm | 0,004763 | 0,004 | 0,0001 | 0,011 |
| Eu | 0,005875 | 0,003 | 0,0008 | 0,0622 |
| Gd | 0,005675 | 0,0053 | 0,001 | 0,0136 |
| Tb | 0,000958 | 0,001 | 0,0001 | 0,0024 |
| Dy | 0,004058 | 0,0038 | 0,0002 | 0,0092 |
| Ho | 0,000688 | 0,0006 | 0,0001 | 0,0018 |
| Er | 0,002858 | 0,0024 | 0,0006 | 0,0124 |
| Tm | 0,000329 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0008 |
| Yb | 0,001775 | 0,0014 | 0,0001 | 0,0052 |
| Lu | 0,000654 | 0,0008 | 0,0001 | 0,001 |
| Zn | 4,566667 | 3,1 | 1 | 18 |
| Cu | 1,366667 | 1,2 | 0,5 | 3,9 |
| Ni | 0,958333 | 0,8 | 0,4 | 4,2 |
| Fe | 16,97083 | 10,6 | 1,3 | 72 |
| Li | 37,58333 | 36,5 | 20 | 70 |

Інша група елементів – Tb, Ce, Pr, Dy, Nd, La – утворює два піки максимального вмісту – в 1789–1799 і в 1949–1959 роках; мінімальний – 1909–1919 і 1979–1989 роках, що збігається зі значеннями першої групи. Однак, у цих елементів вміст у корі дерев максимальний, що не скажеш про першу групу елементів.

Лантан поводить трохи інакше: 1889–1899 роки характеризуються тим, що вміст лантану стає максимальним (у 6 разів вище фонового). Поки цей факт не пояснено.

У 1939–1949 рр. вміст лантану удвічі перевищував фоновий, що пояснюється військовими діями у Закарпатті: лантан використовують для виготовлення запалювальних бомб.

Було зроблено спробу встановлення зв'язку між зміною вмісту хімічних елементів та землетрусами. Проаналізовано підвищення вмісту елементів внаслідок виверження вулканів і землетрусів. Наприклад, територія зони Вранча, розташована на південному сході Карпат, характеризується високою сейсмічною активністю, що підвищується кожне сторіччя двічі або тричі, спричинюючи землетруси інтенсивністю близько 7 балів за шкалою Ріхтера [3].

Найбільшим за останній час вважається землетрус 4 березня 1977 р. Крім того, що Вранч знаходиться в епіцентрі землетрусів, тут часто відбуваються руйнівні повені та спостерігаються зсуви.

Однак, зв'язку цих подій з коливанням вмісту хімічних елементів у кільцях бука не було знайдено.

Наступним етапом робіт був аналіз вмісту важких металів (рис. 2) в річних кільцях (залізо, нікель, мідь, цинк і літій). Як відомо, надходження важких металів у біосферу внаслідок техногенного розсіювання здійснюється різноманітними шляхами. Найвпливовішими із них є викиди внаслідок високотемпературних процесів у чорній і кольоровій металургії, випалюванні цементної сировини, спалюванні мінерального палива. Частина техногенних викидів важких металів, що надходять до атмосфери у вигляді аерозолів, може транспортуватись на значну відстань і викликає глобальне забруднення.

Важкі метали, що надходять на поверхню ґрунту, згодом накопичуються в ґрунтовому шарі, особливо – у верхніх гумусових горизонтах. Вони повільно вилучаються з ґрунту завдяки вилугованню, споживанню рослинами, ерозії. Перший період напіввидалення (тобто видалення половини від початкової концентрації) важких металів різний для різних елементів: для цинку – від 70 до 510 років; кадмію від 13 до 110 років, міді – від 310 до 1500 років, свинцю – від 770 до 5900 років залежно від умов середовища [2].

Важкі метали здатні утворювати складні комплексні сполуки з органічними речовинами ґрунту, тому в ґрунтах з високим вмістом гумусу вони менш доступні для поглинання. Надлишок вологи у ґрунті сприяє переходу важких металів у нижчі ступені окиснення і в розчинні форми. Анаеробні умови підвищують доступність важких металів для рослин.

Максимальний вміст цинку в кільцях бука зафіксовано в 1789–1799, 1929–1949, 1989–1999 і в корі дерева, мінімальний – у 1999–2010 роках. Пік максимального вмісту міді спостерігається в 1769–1789, 1819–1879, з 1979 р. і до сьогодні спостерігається повільне збільшення вмісту міді.

Розподіл нікелю має нерівномірний характер, значення вмісту не перевищує фонового.

Вміст заліза у кільцях максимальний у 1869–1879 роках, літій – у 1869–1879 рр. Загалом, від 1769 року вміст літію в кільцях дерев зменшується.

Кора є концентратом аналізованих елементів. Мабуть, піки максимального вмісту металів пов'язані з погодними умовами – вологими періодами, оскільки волога сприяла розчиненню елементів. Деяке збільшення концентрації елементів можна пояснити їх біологічним перерозподілом у процесі росту дерев.

Висновки. У результаті аналітичних досліджень річних кілець бука встановлено, що за збільшення вмісту лантаноїдів можна визначити посушливі періоди, а інших металів – вологі. З лантаноїдів лише лантан може бути індикатором забруднення. Збільшення вмісту розглянутих елементів не пов'язано з антропогенним навантажен-

ням або з природними катаклізмами (виверження вулкана, падіння метеорита тощо).

Роботу виконано за підтримки Державного фонду фундаментальних досліджень (проект № Ф41.3/006).

Надійшла 20.09.2012.

1. Брюкнер Е. Климатические колебания с 1700 года. – Вена, 1890.
2. Жовинський Е. Я., Кураєва І. В. Геохимия тяжёлых металлов в почвах Украины / НАН Украины; Ин-т геохимии, минералогии и рудообразования. – К. : Наук. думка, 2002. – 213 с.
3. Мала гірнича енциклопедія: В 3-х т. / За ред. В.С. Білецького. – Донецьк : Донбас, 2004.

Жовинський Е.Я., Крюченко Н.О., Папарига П.С. Ретроспективна оцінка екологічної ситуації по результатам вивчення річних кілець бука (Угольський масив Карпатського біосферного заповідника). Рассмотрены особенности распределения химических элементов в годовых кольцах среза бука, который рос на территории Угольського масива Карпатського біосферного заповідника. Установлено, що накоплення хімічних елементів в кільцях бука на території заповідника залежить від кліматических умов і не отображает природные (извержение вулканов) и техногенные катаклизмы. Исключение составляет лантан, повышенное содержание которого в окружающей среде фиксируются по химическому составу древесины в кольцах бука.

Zhovinsky E.Ya., Kryuchenko N.O., Paparyha P.S. Retrospective estimation of ecological situation as a result of study of annual rings of cut of beech (the Ugolsky array of Carpathians biosphere preserve). The features of distributing of chemical elements in the annual rings of cut of beech which grew on territory of the Ugolsky array of the Carpathians biosphere preserve are considered. It is set, that accumulation of chemical elements in the rings of beech on territory of preserve relies on climatic terms and do not represent natural (eruption of volcanos) and tehnogennie cataclysms. The exception makes a lanthanum the promoted maintenance of which in an environment is removed on chemical composition of rings of beech.