

ских троп и маршрутов, продуманности туристских программ, разумной мотивации экотуристов и безусловно жесткого контроля за их пребыванием на заповедной природной территории. Именно благодаря профессиональному менеджменту экологического туризма становится возможным эффективное практическое освоение природных территорий в туристских целях. [5]

Важна роль администрации заповедников и национальных парков в развитии экотуризма. Она сводится не только к предоставлению специально выделенных мест посещения туристами, но и в их обустройстве, а также в оценке пропускной способности посещаемой территории. Все это должно осуществляться совместно со специализированными экотуристскими фирмами на взаимовыгодных условиях. Администрация здесь выступает не только владельцем природных ресурсов и субъектом их эффективного использования в экотуристских целях. Здесь должен быть взаимный интерес. Заповедники и национальные парки получают денежные средства от туристских организаций за осуществление на их территории экологического туризма. Туристские организации направляют эти средства из своей прибыли в размерах, согласованных с администрацией, исходя именно из фактической (реально существующей) пропускной способности.

Проблемы, связанные с оценкой эффективности использования экотуристского потенциала, достаточно сложны для практического решения и на этом направлении предстоит провести комплекс исследований на различных уровнях хозяйствования и управления.

Список литературы

1. Александрова А.Ю. Международный туризм. М., 2001.
2. Берлянт А.М. Образ пространства: карта и информатика. М., 1986.
3. Очерки экологии Подмосковья. Учебное пособие под редакцией В.И.Зубова, Москва, 1997.
4. Угольников М.Н. «Современные проблемы развития туризма в МСР». Вестник МГОУ серия Экология. М.: 2004.
5. Угольников М.Н. Экологический туризм. Учебное пособие. Москва, 2007.

УДК 550.4(476)

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Лукашёв О. В.*, Жуковская Н. В.*, Натаров В. М., Лукашёва Н. Г.***

* Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь,
oleg_lukashev@yahoo.com

** ГПУ «Березинский биосферный заповедник», д. Домжерицы, Республика Беларусь

The article presents the results of a soil and plant geochemical research within the Berezinsky Biosphere Reserve. The collected data was compared with the results of previous studies and the corresponding data for national parks of the Belarusian Poozerje Geochemical province. With the help of the principal component analysis trace elements associations have been identified in the Berezinsky Biosphere Reserve soils and plants.

В период 2008–2010 гг. было проведено детальное эколого-геохимическое изучение наземных экосистем Березинского биосферного заповедника. Ранее аналогичные работы выполнены в национальных парках «Нарочанский» (2001–2003) и «Браславские озёра» (1999–2000).

Фактической основой работы послужили результаты опробования поверхностного горизонта почв (0–20 см), проводившегося по регулярной сети 2 × 2 км, почв и доминантных видов растительности на постоянных пунктах эколого-геохимического мониторинга, почв на Южном геохимическом профиле, хвои *Pinus silvestris* L. на незаболоченных участках. Всего отобрано образцов растительности – 120, почв – 187, в том числе минеральных – 107, торфяно-болотных – 80.

Анализ содержания микроэлементов (Be, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, Sn, Ba, Yb, Pb и др.) в почвах, донных отложениях, растительности проводился методом эмиссионного спектрального анализа (прибор PGS-2) по методике [1]. Чувствительность определения микроэлементов в золах указанных объектов, мг/кг: Be – 1, Sc – 5, Ti – 1; V – 10; Cr – 5; Mn – 10; Fe – <1 000; Co – 2; Ni – 8; Cu – 1; Zn, Sr – 200; Y – 10, Zr – 10; Nb – 5; Mo – 3; Ag – 0,7; Sn – 10; Ba – 100; Yb – 1; Pb – 5.

Статистическая обработка данных включала в себя: оценку распределения переменных с помощью гистограмм, вероятностных графиков и критериев согласия (Колмогорова-Смирнова, Шапиро-Уилка); вычисление дескриптивных статистик, непараметрический дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса, корреляционный и факторный анализы.

Почвы. В настоящее время на территории Березинского биосферного заповедника представлены следующие 7 основных типов (разновидностей) почв [2, 3]: дерново-подзолистые автоморфные; дерново-подзолистые заболоченные; дерновые заболоченные; торфяно-болотные низинные; торфяно-болотные переходные; торфяно-болотные верховые; аллювиальные.

В табл. 1 приведены средние показатели содержания элементов в различных типах почв.

Наименьшие концентрации всех изученных химических элементов приурочены к торфяно-болотным почвам верхового типа. Наибольшие средние содержания отмечаются в аллювиальных (Be, V, Mn, Fe, Ni, Cu, Y, Ba, Yb, Pb) и дерново-подзолистых почвах (Ti, Cr, Co, Ni).

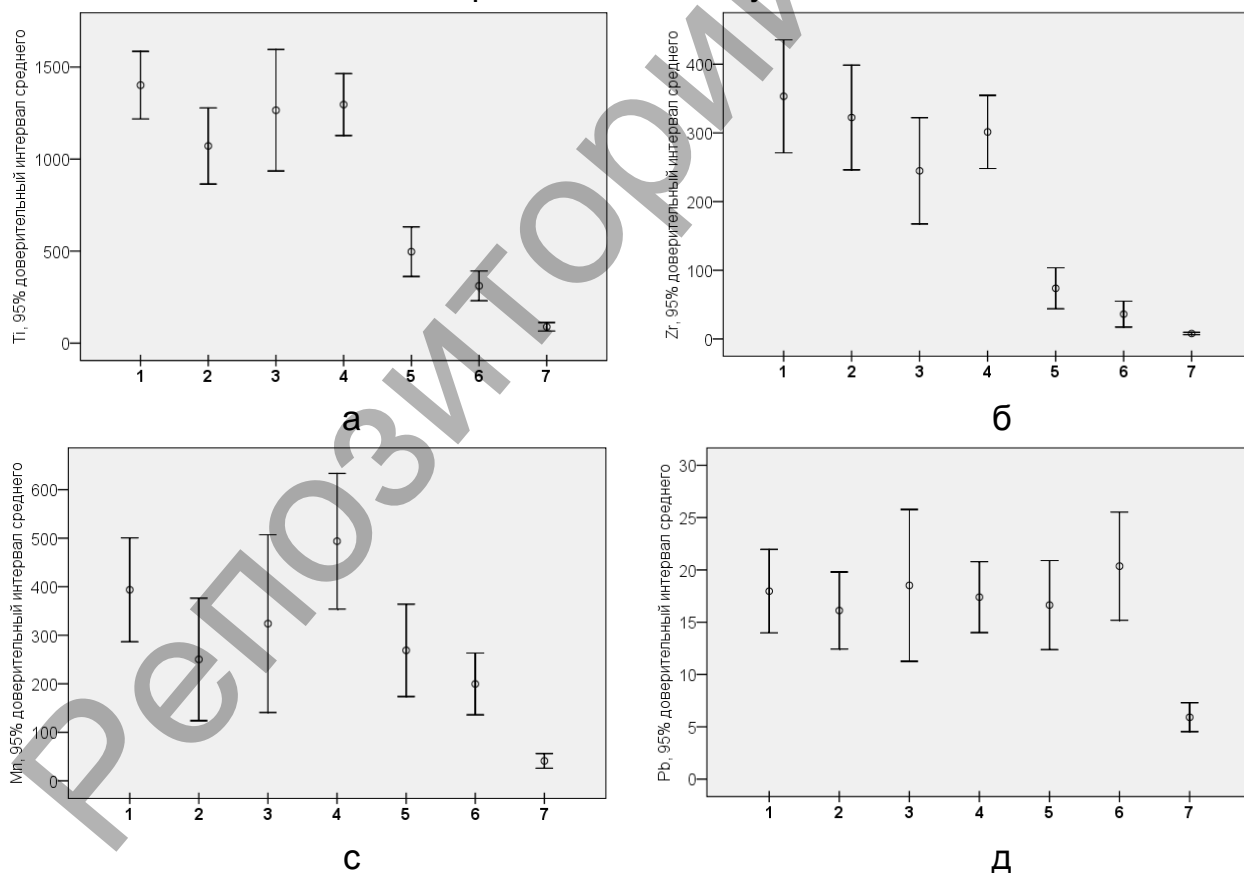
Таблица 1 – Среднее содержание химических элементов в поверхностном горизонте почв Березинского биосферного заповедника

Почва, n	Be	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Y	Zr	Nb	Ba	Yb	Pb
Дерново-подзолистая автоморфная, 31	0,32	1379	15,8	11,9	306	0,591	1,56	9,2	7,7	9,7	302	7,5	337	1,1	15,9
Дерново-подзолистая заболоченная, 29	0,31	1071	15,8	9,9	150	0,51	1,04	8,0	7,0	8,7	316	7,1	279	0,9	14,0
Дерновая заболоченная, 16	0,60	1305	15,8	10,5	236	0,73	2,0	9,2	8,3	9,1	234	6,2	267	0,9	15,3
Торфяно-болотная низинная, 30	0,25	384	10,1	4,5	164	0,630	1,73	3,4	7,8	4,2	40,8	1,44	112	0,45	14,5
Торфяно-болотная переходная, 25	0,22	272	8,5	2,8	170	0,520	1,45	2,9	5,0	3,3	26,4	1,1	78	0,32	17,5
Торфяно-болотная верховая, 25	0,06	72,2	2,2	1,1	20,1	0,099	0,70	1,3	1,9	0,81	7,1	0,35	22	0,1	5,4
Аллювиальная, 30	0,87	1296	17,7	11,5	429	1,15	1,0	9,2	10,3	12,5	301	6,6	355	1,2	16,1
Среднее, 187	0,40	826	12,4	7,53	216	0,61	1,32	6,2	6,9	7,0	179	4,38	211	0,72	14,2

* – среднее взвешенное значение

Анализируя распределение средних значений концентрации элементов по типам почв, можно выделить две группы элементов. Первая состоит из элементов в большей степени связанных с зольностью (коэффициент корреляции Спирмена $\rho = 0,82-0,92$, $p < 0,001n$) – Ti, Cr, Ni, Y, Zr, Nb, Ba, Yb. Средние значения концентраций данных элементов постепенно уменьшаются в ряду от минеральных почв (дерново-подзолистые, дерново-подзолистые и дерновые заболоченные, аллювиальные) к торфяно-болотным низинным, торфяно-болотным переходным и торфяно-болотным верховым (рис. 1а, б). Вторая группа элементов (V, Mn, Fe, Cu, Pb) в меньшей степени связана с зольностью ($\rho = 0,40-0,64$, $p < 0,001$). В ряду исследуемых почв пониженными концентрациями элементов данной группы заметно выделяются лишь торфяно-болотные верховые (пониженные концентрации) (рис. 1с, д).

Для сравнения почв по содержанию химических элементов в поверхностном горизонте был использован непараметрический дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса (Kruskal-Wallis test). Результаты теста ($N = 50-123$, $df = 6$, $p < 0,001$) свидетельствуют о статистически значимых различиях между типами почв по концентрации большинства анализируемых химических элементов (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Y, Zr, Nb, Ba, Yb, Pb). Апостериорные сравнения (критерий множественного сравнения Краскела-Уоллиса) показали следующие статистически значимые различия. Торфяно-болотные верховые почвы отличаются от дерново-подзолистых, аллювиальных, дерновых и дерново-подзолистых почв по концентрации всех вышеуказанных элементов.



1 – дерново-подзолистые автоморфные, 2 – дерново-подзолистые заболоченные, 3 – дерновые заболоченные, 4 – аллювиальные, 5 – торфяно-болотные низинные, 6 – торфяно-болотные переходные, 7 – торфяно-болотные верховые

Рисунок 1 – Среднее ($\pm 95\%$ доверительный интервал) содержание Ti (а), Zr (б), Mn (с) и Pb (д) в различных типах почв

Выявлены различия между торфяно-болотными верховыми и торфяно-болотными низинными почвами по содержанию Ti, V, Cr, Ni, Y, Zr, Nb, Ba, Yb, торфяно-болотными верховыми и торфяно-болотными переходными по концентрации V, Mn, Fe, Cu, Pb. Статистически значимо отличаются между собой дерново-подзолистые заболоченные и аллювиальные почвы по содержанию в поверхностном горизонте Mn, Fe, Cu.

Сопоставление данных с результатами предыдущих исследований [2] показывает хорошую их воспроизводимость (табл. 2). Заметны различия лишь для торфяно-болотных низинных почв. Средние значения концентраций химических элементов (Ti, V, Cr, Mn, Ni, Cu, Y, Nb, Ba, Yb, Pb) по результатам исследований разных лет отличаются в 1,5 и более раз.

Для выявления природных ассоциаций химических элементов в почвах исследуемой территории был использован факторный анализ (выполнен на основе корреляционной матрицы, методом главных компонент с последующим варимакс-вращением). Ассоциации химических элементов изучались отдельно для торфяно-болотных и минеральных почв.

Таблица 2 – Сравнение среднего содержания химических элементов в почвах Березинского биосферного заповедника, мг/кг сухого вещества

Типы почв	n	Зольн ., %	Ti	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Y	Nb	Ba	Yb	Pb
Дерново- подзолистые автоморфные	31	94	1379	15,8	11,9	306	9,2	7,7	9,7	7,5	337	1,1	15,9
	15	94	1600	25	14	376	10,9	6,2	15,6	12,9	335	1,6	21
Дерново- подзолистые. полугидроморфные	29	83	1071	15,8	9,9	150	8,0	7,0	8,7	7,1	279	0,9	14,0
	27	91	1100	21	9,6	170	9,4	6,8	12	8,1	320	12	19
Дерновые полугидроморфные	16	71	1305	15,8	10,5	236	9,2	8,3	9,1	6,2	267	0,9	15,3
	17	71	1043	19	7,6	340	8,2	13	8,6	6,7	262	1,2	26
Торфяно-болотные низинные	30	27	384	10,1	4,5	164	3,4	7,8	4,2	1,44	112	0,45	14,5
	17	53	870	16	6,9	230	6,6	12	7,9	4,5	210	1,0	22
Торфяно-болотные верховые	25	4,3	72,2	2,2	1,1	20,1	1,3	1,9	0,81	0,35	22	0,1	5,4
	9	3,4	98	2,7	1,2	70	1,3	2,9	0,6	0,3	15	0,08	4,1
Аллювиальные (пойменные)	30	80	1296	17,7	11,5	429	9,2	10,3	12,5	6,6	355	1,2	16,1
	18	75	1700	36	25	570	11	12	17	9,7	380	1,5	4,1

Примечание. В числителе по данным 2008–2010, в знаменателе – по данным середины 1990-х гг. [2].

В торфяно-болотных почвах выделена одна ассоциация, включающая все исследуемые химические элементы (в скобках нагрузка на фактор): Ni(0,960) – Ti(0,951) – Ba(0,950) – Nb(0,917) – V(0,917) – Y(0,912) – Cr(0,905) – Cu(0,901) – Zr(0,883) – Yb(0,859) – Fe(0,830) – Pb(0,806) – Mn(0,758). Концентрация элементов данной ассоциации определяется, прежде всего, зольностью (A, %). Коэффициент корреляции Спирмена (ρ) между содержанием органического вещества и выделенным фактором составляет ρ = 0,95 (ρ < 0,001). Следует отметить, что предлагаемая факторная модель в наименьшей степени объясняет пространственное варьирование Mn, Pb и Fe. Процент объясненной дисперсии составляет соответственно 56, 64 и 68 %.

Для минеральных почв (дерново-подзолистые, дерново-подзолистые заболоченные, дерновые заболоченные, аллювиальные) с помощью факторного анализа выделено 3 фактора, объясняющих 76 % общей дисперсии (табл. 3).

Таблица 3 – Факторные нагрузки трех главных компонент химических элементов в минеральных почвах Березинского биосферного заповедника

Фактор/ вклад, %	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Y	Zr	Nb	Ba	Yb	Pb
1/27	0,706	0,240	0,665	0,339	0,234	0,347	–	0,250	0,846	0,813	0,784	0,242	0,203
2/26	0,270	0,613	0,395	0,698	0,669	0,603	0,761	–	–	0,234	0,370	–	0,804
3/23	0,339	0,548	0,334	0,272	0,573	0,344	0,410	0,926	–	–	–	0,920	–

Примечание. Полужирным шрифтом выделены ведущие компоненты для каждой переменной, прочерком – нагрузки, не являющиеся достоверными.

С первой главной компонентой (фактор 1), описывающей 27 % общей дисперсии, положительно связано содержание Nb, Zr, Ba, Ti, Cr (рис. 2). Установлена обратная средняя связь между элементами данной ассоциации и содержанием органического вещества ($\rho = -0,51$, $p < 0,001$). Содержание указанных элементов зависит от доли минеральной составляющей почвы и обусловлено их входением в решётки одних и тех же породообразующих и акцессорных минералов, а также сходством геохимического поведения.

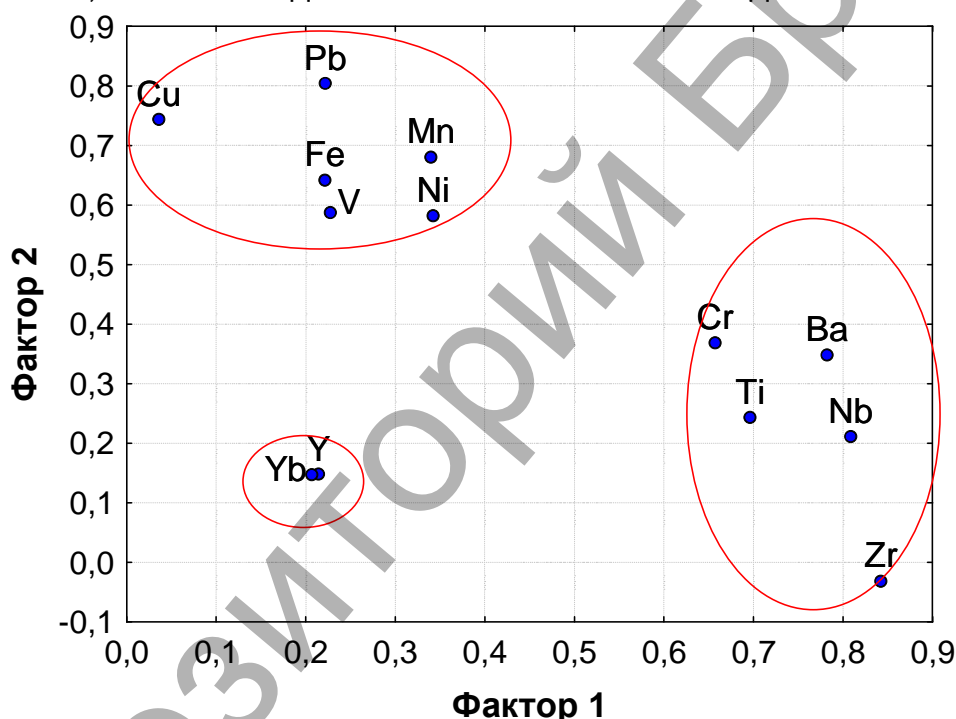


Рисунок 2 – Отображение химических элементов в пространстве двух факторов

Вторая главная компонента (фактор 2) учитывает 26 % общей дисперсии и отражает поведение Pb, Cu, Mn, Fe, V и Ni. Следует отметить, что содержание элементов данной ассоциации в почвах в значительной степени зависит от их гранулометрического состава – данные элементы концентрируются в основном во фракциях мельче 0,01 мм (главным образом мельче 0,001 мм) [4, 5], где могут входить в глинистые минералы, оксиды (гидроксиды) Fe и Mn, связываться органическим веществом. Можно предположить, что фактор отражает содержание глинистой фракции в почвах, с ростом которой увеличивается и концентрация элементов указанной ассоциации.

Третья главная компонента (23 % общей дисперсии) характеризуется высокими нагрузками Y и Yb. Y имеет химическое сходство и совместное нахождение в природе с Yb и другими лантаноидами.

Растительность. В качестве представительной растительной пробы была выбрана хвоя доминантного вида *Pinus sylvestris* L. нормальной естественной

зольности. Среднее содержание и пределы вариации химических элементов в хвое *Pinus sylvestris* L. Березинского биосферного заповедника представлены в табл. 4. По сравнению с результатами предыдущих исследований [2] отмечаются более низкие показатели содержания Mn, Ni, Cu, Zn и Ba (табл. 5). В целом концентрации микроэлементов в хвое данного доминантного вида сопоставимы или ниже соответствующих концентраций, установленных для других особо охраняемых территории Северной геохимической провинции Беларуси.

Таблица 4 – Содержание химических элементов в хвое *Pinus sylvestris* L. Березинского биосферного заповедника, мг/кг сухого вещества

Зольн., %	P	Ti	V	Cr	Mn	Fe
2,00	1 086	9,46	0,259	0,406	235	80,9
1,67–2,55	701–1 606	6,92–15,14	0,132–0,720	0,200–4,68	106–406	66,8–130
Co	Ni	Cu	Zn	Sr	Ba	Pb
0,110	1,41	3,77	6,48	6,29	6,66	0,265
0,048–0,226	0,566–3,76	2,67–5,19	3,46–15,8	3,42–14,1	3,48–20,2	0,176–0,508

Таблица 5 – Среднее содержание микроэлементов в хвое *Pinus sylvestris* L. ООПТ Северной геохимической провинции, мг/кг сухого вещества

Район, n	Ti	V	Mn	Ni	Cu	Zn	Ba	Pb
Березинский биосферный заповедник, 30 ¹	9,5	0,26	235	1,4	3,8	6,5	6,7	0,27
Березинский биосферный заповедник [2] ¹ , 12	5,0	–	359	2,4	6,4	16,0	12,0	0,30
Национальный парк «Браславские озёра», 30 ¹	6,9	–	226	1,1	3,4	12,2	7,8	0,53
Национальный парк «Нарочанский», 171	22,9	0,3	125	1,37	3,6	13,9	6,7	0,58

¹ – по суходолу

Были изучены ассоциации химических элементов в хвое *Pinus sylvestris* L. Березинского биосферного заповедника. С помощью метода главных компонент выделено 4 фактора, объясняющих 75 % общей дисперсии (табл. 6). Sr исключён из анализа как не связанный с другими химическими элементами.

Таблица 6 – Факторные нагрузки четырех главных компонент химических элементов в хвое *Pinus sylvestris* L. Березинского биосферного заповедника

Фактор/ Вклад, %	P	Ti	V	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Sr	Ba	Pb
1/24	–	–	0,656	0,761	–	–	–	–	-0,493	0,768	0,889	–
2/23	–	0,778	0,348	0,465	0,875	–	–	0,498	–	–	–	0,773
3/15	–	–	–	–	–	0,929	0,898	–	–	–	–	–
4/13	0,871	–	–	–	–	–	–	0,562	0,544	–	–	–

Фактор 1 характеризует 24 % изменчивости исходных признаков и формирует ассоциацию Ba–Sr–Mn–V. Установлена статистически значимая прямая связь между фактором 1 и зольностью хвои ($r = 0,57$, $p = 0,001$). По КБП элементы данной ассоциации (за исключением V) относятся к элементам биологического накопления (КБП > 1). Коэффициенты биологического поглощения составляют для Mn – 42, Sr – 6,3, Ba – 1,1, V – 0,8.

С фактором 2 (23 % общей дисперсии) положительно связано содержание Fe, Ti и Pb. КБП данных элементов – меньше единицы и составляет для Fe 0,5, Ti – 0,3, Pb – 0,9. Элементы данной ассоциации относятся к группе среднего биологического захвата (0,1–1,0). Fe – биофильный элемент, но поступление его в растение идет по барьерному типу, поэтому даже значительная концентрация его в почве не приводит к повышенному накоплению данного элемента. Ti и Pb не являются жизненно необходимыми для растений элементами, что и обуславливает низкие значения КБП [6].

Для фактора 3 (15 % общей дисперсии) характерна ассоциация Co–Ni. Элементы оказывают сходное воздействие на физиологические процессы у растений [7].

Фактор 4 (13 % общей дисперсии) связан, в первую очередь, с P. Из других элементов статистически значимую нагрузку на фактор имеют Cu и Zn. P – макроэлемент, играющий огромную роль в метаболических процессах. Cu, Zn – биофильные элементы.

Среднее содержание химических элементов в доминантных видах растительности постоянных пробных площадок Березинского биосферного заповедника, а также национальных парков «Браславские озёра» и «Нарочанский» представлено в табл. 7. Обращает на себя внимание низкая концентрация Zn в большинстве рассматриваемых видов растительности заповедника (выделено полужирным шрифтом).

Таблица 7 – Содержание химических элементов в растениях постоянных пробных площадок сетей мониторинга ООПТ Северной геохимической провинции, мг/кг сухого вещества

ООПТ, n	A, %	Ti	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Ba	Pb
<i>Деревья</i>									
<i>Pinus sylvestris</i> L.									
Березинский биосф. заповедн., 5	2,2	9,6	440	85,5	0,46	3,3	7,1	4,9	0,17
НП «Браславские озёра», 9	2,6	4,4	322	72	1,0	3,6	20	3,4	0,97
НП «Нарочанский», 6	2,4	23	213	77	0,76	2,8	18	6,2	0,41
<i>Picea abies</i> Karst.									
Березинский биосф. заповедн., 7	3,3	18	317	106	0,39	1,9	5,2	22	0,20
НП «Браславские озёра», 6	3,2	6,3	480	82	–	3,5	12	18	1,5
НП «Нарочанский», 8	3,6	14	413	56	1,0	2,5	16	27	0,24
<i>Betula pendula</i> Roth.									
Березинский биосф. заповедн., 3	3,1	14	276	93	0,41	4,3	20	30	–
НП «Браславские озёра», 5	4,4	4,4	700	106	0,64	4,3	105	23	1,0
НП «Нарочанский», 5	4,9	21	525	94	1,1	3,9	78	30	0,61
<i>Alnus</i>									
Березинский биосф. заповедн., 3	5,2	28	379	234	0,73	5,2	11	15,2	0,36
НП «Нарочанский», 3	6,2	25	240	125	0,46	5,2	28	21	0,70
<i>Кустарники</i>									
<i>Juniperus communis</i> L.									
Березинский биосф. заповедн., 3	4,4	17	628	155	1,1	3,6	8,7	44	0,44
НП «Браславские озёра», 3	4,3	5,5	320	93	1,3	3,0	–	16	0,95
НП «Нарочанский», 6	4,2	36	318	124	2,2	2,0	11	19	0,64
<i>Corylus avellana</i> L.									
Березинский биосф. заповедн., 3	7,2	33	605	251	–	3,7	–	42	–
НП «Нарочанский», 3	6,2	76	575	192	1,1	5,0	15	28	0,79
<i>Напочвенный покров</i>									
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.									
Березинский биосф. заповедн., 3	3,0	17	1 240	91	1,2	4,6	–	53	0,24
НП «Браславские озёра», 6	3,6	3,4	1 690	75	–	6,6	12	61	0,79
НП «Нарочанский», 5	3,6	17	436	78	0,39	5,5	13	64	0,53
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.									
Березинский биосф. заповедн., 4	2,8	11	693	103	0,57	4,0	5,5	65	0,54
НП «Браславские озёра», 4	3,3	5,4	1 400	83	–	6,1	11	67	1,3
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn									
Березинский биосф. заповедн., 5	7,0	35	136	258	–	2,9	–	40	0,71
НП «Браславские озёра», 2	6,9	2,8	145	90	–	3,2	–	135	0,80
НП «Нарочанский», 4	7,3	32	217	124	–	2,5	23	184	0,62
<i>Oxalis acetosella</i> L.									

Березинский биосф. заповедн., 4	10,2	63	320	444	–	4,7	–	45	0,71
НП «Браславские озёра», 3	11	9,2	1 010	223	–	6,6	–	72	4,6
<i>Sphagnum</i>									
Березинский биосф. заповедн., 4	2,0	25	165	178	–	1,6	12	7,8	0,79
НП «Браславские озёра», 5	3,7	30	165	750	–	2,3	15	16	5,7

Выводы

Установлены статистически значимые различия между типами почв (дерново-подзолистые автоморфные; дерново-подзолистые заболоченные; дерновые заболоченные; торфяно-болотные низинные; торфяно-болотные переходные; торфяно-болотные верховые; аллювиальные) по концентрации большинства анализируемых химических элементов (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Y, Zr, Nb, Ba, Yb, Pb).

Сопоставление данных с результатами предыдущих исследований (середина 1990-х гг.) показывает, что среднее валовое содержание микроэлементов в почвах за указанный период не изменилось. В хвое *Pinus sylvestris* L. отмечаются более низкие показатели содержания Mn, Ni, Cu, Zn и Ba.

С помощью факторного анализа выделены естественные ассоциации химических элементов в растительности и почвах Березинского биосферного заповедника. В торфяно-болотных почвах выделена одна ассоциация химических элементов, связанная прежде всего с зольностью.

В минеральных почвах заповедника выделены три ассоциации химических элементов: формирование первой ассоциации (Nb–Zr–Ba–Ti–Cr) обусловлено входением элементов в решётки одних и тех же породообразующих и аксессуарных минералов; вторая (Pb–Cu–Mn–Fe–V–Ni) связана с тонкодисперсными фракциями почв; третья представлена характерной парагенетической связью Y–Yb.

В хвое *Pinus sylvestris* L. выделены четыре ассоциации химических элементов: первая (Ba–Sr–Mn–V) объединяет элементы биологического накопления; вторая (Fe–Ti–Pb) – элементы биологического захвата; третья (Co–Ni) и четвёртая (P–Cu–Zn) – ассоциации биофильных элементов. Следует отметить, что не наблюдается унаследованности структуры взаимосвязанных химических элементов в системе почва-растительность.

Список литературы

1. Зырин, Н.Г. Спектральный анализ почв, растений и других биологических материалов / Н.Г. Зырин, А.И. Обухов. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – 334 с.
2. Натаров, В. М. Итоги комплексного геохимического мониторинга в Березинском биосферном заповеднике / В. М. Натаров // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. – Мн.: Бел. Дом печати, 2006. – Вып. 1. – С. 111–132.
3. Натаров, В. М. Почвы Березинского биосферного заповедника / В.М. Натаров. – Мн., 2007. – 112 с.
4. Геохимические провинции покровных отложений БССР / Под ред. К. И. Лукашёва. – Мн.: Наука и техника, 1969. – 476 с.
5. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
6. Уфимцева, М. Д. Фитоиндикация экологического состояния урбогеосистем Санкт-Петербурга / М. Д. Уфимцева, Н. В. Терехина. – СПб.: Наука, 2005. – 339 с.
7. Медведев, С. С. Физиология растений / С. С. Медведев. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2004. – 336 с.