

## НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ

**Слобода Анатолий Анатольевич,**

*младший научный сотрудник лаборатории химии растительных биополимеров,  
ФГБУН «Федеральный исследовательский центр  
комплексного изучения Арктики» РАН,  
г. Архангельск;*

**Одоева Олеся Александровна,**

*студент кафедры теоретической и прикладной химии,  
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова»,  
г. Архангельск;*

**Беляев Владимир Васильевич,**

*профессор кафедры географии и геоэкологии института естественных наук и биомедицины,  
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова»,  
г. Архангельск*

### **О ВЛИЯНИИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛИШАЙНИКА УСНЕЯ ЦВЕТУЩАЯ (USNEA FLORIDA L.)**

**Аннотация.** Представлены результаты изучения влияния Вельско-Устьянского тектонического узла на компонентный состав лишайника *Usnea florida*.

**Ключевые слова:** тектонический узел, лишайник, химический состав.

**Введение.** Важным компонентом лесных экосистем являются эпифитные лишайники, одним из свойств которых является высокая чувствительность к загрязнению атмосферного воздуха, изменению климата, различного рода природным явлениям и аномалиям, что делает их ценными биоиндикаторами состояния окружающей среды [1].

В последнее время появляются исследования по влиянию геоэкологических условий (тектонических узлов, конвективного теплового потока) на окружающую среду, например, было установлено, что в районах тектонических узлов наблюдается изменение величины снежного покрова, облачности [2], количества осадков в летний период [3], ионизационных эффектов в атмосфере и т.п. Вышеперечисленные факторы, безусловно, влияют и на состояние популяции растений в фитоценозах, произрастающих на таких территориях, что отражено в ряде публикации [4].

**Цель исследования.** Изучение ответной реакции лишайника *Usnea florida* на воздействие геоэкологических факторов на территории Вельско-Устьянского тектонического узла.

**Объекты и методы исследования.** Сбор лишайников проводился во время летнего полевого сезона 2016 г. Пробные площади для исследования заложены в центре, на периферии тектонического узла (15 км от центра тектонического узла) и за его пределами (30 км от центра тектонического узла) в сосняках-брусничниках одинакового состава древостоя (8С2Б) произрастающих на серых лесных почвах. На каждой проб-

## НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ

ной площадке описан и собран эпифитный лишайниковый покров на 20 деревьях сосна обыкновенная (*Pinus silvestris*).

Видовой состав лишайников определен с использованием определителя [5]. Установлено, что на всех трех участках произрастает лишайник *Usnea florida* (L.) Weber ex F.H.Wigg. Для анализа компонентного состава лишайники очищали от посторонних примесей (мхов, хвои и пр.), обмывали деионизированной водой для удаления с поверхности пылевидных частиц и высушивали до воздушно-сухого состояния. Реакцию лишайников характеризовали по в них содержанию фенольных соединений, аскорбиновой кислоты и химических элементов.

Определение зольности лишайников проводили в муфельной печи при температуре 500°C согласно ГОСТ 27784–88 [6]. Экстракцию фенольных соединений осуществляли 95 %-ным этиловым спиртом, общее их содержание определяли спектрофотометрически по методу Свейна - Хиллиса с реактивом Фолина-Чокальтеу на спектрофотометре UV-1800 (Shimadzu, Япония) согласно [7]. Расчет общего содержания фенолов проводили по калибровочному графику, построенному по *n*-оксибензойной кислоте, определение содержания аскорбиновой кислоты проводили по методике [8]. Для количественного определения металлов в лишайниках использовали волнодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр XRF-1800 (Shimadzu, Япония).

**Результаты исследований и их обсуждение.** В таблице 1 приводятся данные, иллюстрирующие изменения некоторых химических показателей *U. florida* на территории тектонического узла в сравнении с контролем.

Таблица 1 –

**Компонентный состав лишайника *U. Florida***

Показатели	Ед. измерения	Место отбора проб		
		центр узла	периферия узла	контроль
Фенольные соединения	мг/г	2,12±0,19	1,69±0,12	1,46±0,16
Аскорбиновая кислота	мкг/г	148,4±3,1	117,4±6,2	105,4±6,6
Зольность	%	3,71±0,20	1,53±0,16	1,12±0,14
Кремний		4,542	0,6583	0,9957
Кальций		4,489	0,9755	1,359
Калий		1,125	0,8144	1,002
Алюминий		0,9538	0,1619	0,2750
Магний		0,7644	0,1773	0,3579
Сера		0,5802	0,3981	0,5966
Фосфор		0,4200	0,3743	0,2835
Железо		0,2561	0,0563	0,0646
Натрий		0,2094	0,0548	0,0677

## НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ

Марганец		0,1007	0,0675	0,0957
Никель		0,0611	0,0252	0,0430
Медь		0,0483	0,0211	0,0170
Титан		0,0450	0,0053	0,0090
Цинк		0,0147	0,0094	0,0122
Хром		0,0104	0,0042	0,0059

Можно отметить, что в направлении от центра узла к периферии уменьшается зольность лишайников, что может быть обусловлено выходом на земную поверхность слагающих тектонический узел осадочных и горных пород и аэрогенным переносом веществ с них в составе пылевых частиц на поверхность лишайника. В подтверждение этого проанализированы данные элементного состава лишайников и обнаружено, что в наибольшем количестве химические элементы представлены типичными литогенными макроэлементами – К, Са, Mg, Na, S, P, Fe, Al и Si, а также микроэлементами – Mn, Ni, Cu, Zn и Cr.

Известно, что у растений ответная реакция на стрессовый фактор проявляется, прежде всего, в изменении количественного состава веществ (т.н. антиоксиданты), играющих важную роль в окислительно-восстановительных процессах, среди которых играющая роль отведена – аскорбиновой кислоте и фенольным соединениям. В нашей работе установлены высокие концентрации указанных соединений у лишайников, произрастающих непосредственно в центре узла.

**Заключение.** Химический состав лишайников формируется под влиянием комплекса внешних и внутренних факторов. Содержание химических элементов и антиоксидантов в исследованных лишайниках различно и зависит, прежде всего, от их места произрастания, обусловленное возможным влиянием тектонического узла.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинге. – М.: Научный мир, 2002. – 336 с.
2. Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б., Гоффаров М.Ю. Выявление индикаторных признаков, перспективных на поиски коренных источников алмазов в условиях Архангельской алмазонной провинции // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов. – 2011. – Т. 8. – № 2. – С. 150-156.
3. Беляев В.В., Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б. Влияние узлов пересечения тектонических дислокаций на характер выпадения осадков в лесных экосистемах // Вестн. Помор. гос. ун-та. Сер. Естественные и точные науки. – 2009. – № 2. – С. 45-50.
4. Беляев В.В., Кутинов Ю.Г., Дурнин С.Н. Морфометрические показатели растений брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) на территории Лекимозерского тектонического узла // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер. Естественные и точные науки. – 2014. – № 4. – С. 61-67.
5. Определитель лишайников России. Т. 6. Алекториевые, Пармелиевые, Стереокаулоновые. – СПб.: Наука, 1996. – 203 с.

## НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ

6. ГОСТ 24027.2-80. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. – М.: Изд-во стандартов. 1999. – 10 с.

7. Swain J., Hillis W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 1959. – Vol. 10. – № 1. – P. 63-68.

8. Чупахина Г.Н. Колориметрическое определение аскорбиновой кислоты // *Специальный практикум по биохимии и физиологии растений* / Под ред. М.М. Окунцова. Калининград, 1981. С. 14-16.