



---

**Original Article: ZOLFO E METALLI PESANTI NEI LICHENI EPIFITI NEGLI ECOSISTEMI FORESTALI NEL NORD DELLA RUSSIA EUROPEA**

**Citation**

Tarkhanov S.N. Zolfo e metalli pesanti nei licheni epifiti negli ecosistemi forestali nel nord della Russia Europea. *Italian Science Review*. 2014; 11(20). PP. 176-181.  
Available at URL: <http://www.ias-journal.org/archive/2014/november/Tarkhanov.pdf>

**Author**

Sergey N. Tarkhanov, Institute of Ecological Problems of the North of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia.

Submitted: June 24, 2014; Accepted: November 25, 2014; Published: November 30, 2014

**Annotation**

The content sulfur and heavy metal (Zn, Cu, Cd, Pb, Hg) were determined in the epiphytic lichens in forest ecosystems of the Northern Dvina River Basin.

The results obtained show about regional (from the local source emission) aerotechnogenic pollution of sulfur epiphytic lichens. The heavy metal pollution in the absence of large metallurgical and mining-processing works slightly. Some trends highlight exceeding background levels due to receipt of the individual elements (for example, Cu) from local and regional sources of air pollution.

Keywords: sulfur, heavy metals, epiphytic lichens, forest ecosystems, sphagnum mosses, aerotechnogenic pollution, the Northern Dvina River Basin.

**Abstract**

La stima di metalli pesanti (Zn, Cu, Cd, Pb, Hg) a licheni epifiti (*Hypogymniarhysodes* (L.) Nyl) ecosistemi forestali del bacino del fiume Dvina settentrionale. I risultati mostrano aerotechnogenic inquinamento grigio licheni epifiti regionali (da fonti di emissioni locali). La loro contaminazione da metalli pesanti a causa dell'assenza di estrazione e di lavorazione grandi impianti

metallurgici e leggermente, e vicino al livello di fondo.

Parole chiave: zolfo, metalli pesanti, licheni epifiti, *Hypogymniarhysodes*, ecosistemi forestali sfagni, contaminazione ambientale, il bacino Dvina Settentrionale.

Industria della cellulosa (più di 80 mila. Tonnellate di emissioni all'anno) e gli oggetti di potere (circa 60 mila. Tonnellate di emissioni all'anno) determinano la specificità della composizione qualitativa delle emissioni in atmosfera nel bacino del fiume Dvina del Nord, in particolare, l'aumento della quota dei contenuti nell'aria di composti solforati, che determina la contaminazione della copertura licheni in ecosistemi forestali. La formazione del fondo regionale riguarda anche il trasporto a lunga distanza di inquinamento atmosferico, in particolare dalla metallurgia non ferrosa nella penisola di Kola. La quantità totale di emissioni nocive in atmosfera nella regione ogni anno fino a 250 tonnellate Ad una distanza di 15-30 km dalle zone industriali sulle condizioni atmosferiche la concentrazione massima di anidride solforosa nello strato superficiale dell'aria, calcolata utilizzando il "ecologico" è  $0,02 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  [1]. La concentrazione media annuale di ioni solfato nella neve sulla

periferia delle zone di influenza imprese Arcangelo e Novodvinsk è dal 5 al 20, e nelle zone di fondo - 0,51 mg\*L<sup>-1</sup> [2].

Mancanza di metallurgico e minerario e imprese di trasformazione definisce un basso livello di composti metallici inquinamento atmosferico. Il contenuto di Fe, Ni, Cu, Zn, Mn, Cr, Pb in Arkhangelsk e Severodvinsk concentrazioni significativamente più basse di questi oligoelementi tipici di altre città industriali della Russia, in particolare i centri di metallurgia [1]. Area per due volte (in confronto con lo sfondo) dell'inquinamento copertura nevosa solida (ad una distanza di 30 km dalle aree industriali di Arkhangelsk, Severodvinsk ed Novodvinsk) è 2558 km<sup>2</sup>, e dieci volte (entro 20 km) -1380 km<sup>2</sup> [2].

Studiare la composizione elementare dei licheni per valutare il grado di inquinamento dell'aria è ampiamente condotta da scienziati in Scandinavia, sulla penisola di Kola [3,4,5], a nord di Russia continentale [6]. La capacità di accumulare contaminanti licheni sono molto più elevati rispetto alla maggior parte piante vascolari, a causa delle peculiarità della loro morfologia e fisiologia. Ad esempio, licheni sono cuticola cerosa, e tutta la loro superficie è sempre aperta per la diffusione di qualsiasi sostanza chimica in aria o sul substrato [7]; possono accumulare una varietà di composti durante tutto l'anno, anche a basse temperature. In questo lichen può assorbire acqua allo stato liquido gocciolamento dell'aria e accumulare sostanze tossiche da soluzioni molto diluite. Lo scopo del presente studio è quello di valutare il contenuto di zolfo e metalli pesanti in licheni epifiti in ecosistemi forestali presso l'inquinamento atmosferico.

#### Materiali e metodi

Oggetto di studio è licheni epifiti Hypogymniaphysodes (L.) Nyl. In un tipico paesaggio taiga del nord, la maggior parte con terreno pianeggiante o leggermente ondulato nel bacino del Dvina del Nord e del territorio Mar Bianco-contigua Kuloi plateau (Seaside, Kholmogorsky, Plesetsk,

Pinezhsky, aree Mezensky della regione Arkhangelsk e la parte sud-occidentale del Nenetsky AO) (Figura). Questo tipo di nella regione è la più comune tra licheni epifiti e si verifica in condizioni ambientali differenti [8]. Aree di campionamento (per un importo di 99 pz.) Si trovavano principalmente in abete rosso e pinete mirtilli su terreni podzolic con alta acidità degli orizzonti superiori, nutrienti poveri, in particolare, basi di scambio, humus e azoto-poveri orizzonte podzolic. Parte dei terreni (16 pz.) Si trova nella pineta di gruppo sfagno, crescendo soprattutto nella palude di montagna di torba e terreni.

Aree di saggio stabilite in conformità con gli standard accettati di gestione forestale, a distanze diverse dalle più potenti sorgenti di emissione regionali - Arkhangelsk Pulp and Paper Mill (Novodvinsk) e Arkhangelsk CHP (Arkhangelsk), tenendo conto dei venti prevalenti. Essi erano situati al di fuori delle zone di influenza del "basso" e le fonti di emissione "fuggitivo", stradali e ferroviari percorsi, che hanno determinato la loro suscettibilità alla contaminazione soprattutto le fonti di emissione "alti". La distanza tra le aree test in prossimità di fonti di emissione era 0,5-1 km, e nelle zone più remote - fino a 10-20 km. Su ogni appezzamento erano casualmente ad una altezza di 1,3 m con 10-30 specie chiave di alberi (forofita) durante la stagione di crescita (soprattutto 1997-1998). Campionati licheni epifiti *H. physodes* e formato un campione misto (pesata in aria stato -suhom non inferiore a 200 grammi) per l'analisi di laboratorio.

Il contenuto totale di zolfo nei campioni è stata determinata mediante un metodo turbidimetrico [9]. Il contenuto di Cd, Pb, Zn, Cu sono stati determinati mediante spettroscopia di assorbimento atomico con lo spray e atomizzazione della soluzione in uno spettrofotometro fiamma "Spectrum-5" [10]. Il contenuto di mercurio è stato determinato in un analizzatore di mercurio "Yulia-2M" [11]. Aree di contaminazione ambientale soddisfatti i criteri descritti in

[2, 12, 13, 1]. Piattaforma Background posto ad una distanza di più di 120 km dalla città di Arkhangelsk. Ottenuto in studi del materiale trattato con metodi di statistica variazione utilizzando il pacchetto di programmi su licenza di Excel, Stadia 7.1.

#### Risultati e discussione

Ci sono prove [14] che il contenuto di sostanze in diversi tipi di talli foliose e licheni cespugliose raccolti da diversi substrati (la corteccia di diversi alberi) non erano significativamente differenti. La tabella mostra la media dei dati e analizzato il contenuto di massa di zolfo e metalli pesanti (Cu, Zn, Pb, Cd, Hg), ottenuti dal campione misto talli H. physodes escluse le specie arboree - forofita. La concentrazione di zolfo in tallo H. physodes foreste di mirtillo abete nei settori della contaminazione ambientale è nettamente superiore al livello di fondo (t-t-test,  $p < 0.01$ ). Nami trovato [1] che la concentrazione di zolfo tallo H. physodes aumenta con le concentrazioni calcolati di  $SO_2$  e  $H_2S$  in strati di terra d'aria nel sud-ovest del CHP, PPM (coefficiente di correlazione  $r = 0.46$  Pirsona- ... 0.63; errore coefficiente di correlazione  $s_r = 0,17$  ... 0,20; 5% il livello di significatività -  $p < 0,05$ ; livello di significatività dell'1% -  $p < 0,01$ ), rispettivamente, così come la concentrazione di  $H_2S$  nell'aria ( $r = 0,39$ ;  $s_r = 0.17$ ;  $p < 0,01$ ) per i cuscinetti nord-orientale.

Sebbene la massima dell'eccesso nelle aree di contaminazione ambientale: Pb - 6.5, Zn - 5.7, Cu - 1.4 e Hg - 2 volte, medie dei metalli pesanti non erano significativamente differenti. Vi è una maggiore accumulo nei physodes tallo H. di mirtillo abete  $Zn_{po}$  rispetto alle pinete di sfagno e zolfo - rispetto alle foreste di pini mirtillo wet (t- criterio  $p < 0,05$ ). Sotto gli alberi di abete rosso diventa meno pioggia rispetto al pino, che può prevenire la lisciviazione di questi elementi biofilo di licheni epifiti. Elementi biofile concentrazione Correlazioni Zn e Cu nel tallo H. physodes con la distanza dalla sorgente di emissione rilevati solo nel

gruppo di sfagno di tipi di foreste ( $r = -0.61$  ... 0.63;  $p < 0,01$ ). Da nostri risultati implicano che licheni epifiti più grande deposito di pesante metalli formano una serie di  $Zn > Pb > Cu > Hg > Cd$ .

Così, nel bacino del Dvina impatto aerotechnogenic Northern sugli ecosistemi forestali è determinato principalmente dalle emissioni di composti di zolfo acidificanti dalla cellulosa e della carta industria locale e cogenerazione. La concentrazione di zolfo in tallo licheni epifiti (physodes H.) le foreste di abete rosso mirtillo nei settori della contaminazione ambientale supera di gran lunga il suo contenuto nelle aree di sfondo. Data l'assenza della regione di grandi metallurgico estrazione e livello di elaborazione di contaminazione da metalli pesanti licheni epifiti trascurabili. Le concentrazioni medie di licheni epifiti sono vicini ai livelli di fondo.

#### References:

1. Tarhanov S.N., Prozherina N.A., Konovalov V.N. 2004. Forest ecosystems of the Northern Dvina basin in terms of air pollution: Diagnosis of. Ekaterinburg: Publishing House of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 333 p.
2. Lobanova O.A., Nadein A.F., Tarhanov S.N., Kocherina E.V. 2000. The chemical composition of precipitation and snow cover as an indicator of environmental contamination of the environment Arkhangelsk agglomeration. Pp. 40-54.
3. Lippo H., Poikolainen J., Kubin E. 1995. The use of moss, lichen and pine bark in the nationwide monitoring of atmospheric heavy metal deposition in Finland. Water, Air and Soil Pollut. Vol. 85. P. 2241-2246.
4. Dorozhkina M.V., Pavlova Ye.Yu., Budnikova L.L. 1997. Heavy metals in lichens and soils of Monchegorsk (Kola Peninsula). Vol. 1. P. 359-362.
5. Reimann C., Caritat P., Halleraker J.H., Finne T.E., Boyd R., Jaeger O., Volden T., Kashulina G., Bogatyrev I., Chekushin V., Pavlov V., Ayras M., Raisanen M.L., Niskavaara H. 1997. Regional atmospheric deposition patterns of Ag, As, Bi, Cd, Hg, Mo, Sb and Tl in a 188,000 km<sup>2</sup> area in the

- European Arctic as displayed by terrestrial moss samples - Long range atmospheric transport versus local impact. *Atmospheric Environment*. Vol. 31. P. 3887-3901.
6. Melnikov S.A. 1991. The state of the Arctic environment: Report on heavy metals. Rovaniemi: ArcticCentre. Vol. 2. P. 82-153.
7. Anderson F.K., Treshou M. 1988. Air pollution and plant life. Pp. 295-326.
8. Tarhanov S.N. 2002. State of epiphytic lichen cover under atmospheric pollution Archangel area. *Bulletin of the Moscow State Forest University - the Forest Bulletin*. Pp. 45-53.
9. 1986. Guidelines for the turbidimetric determination of sulfur in plants. M.: Central Research Institute of agrochemical service of agriculture. 9 p.
10. 1986. Guidelines for the spectral determination of heavy metals in biological materials and environmental samples. 51 p.
11. 1990. Guidelines for the detection and determination of total mercury in food by flameless atomic absorption. M.: Central Research Institute of agrochemical service of agriculture, 11 p.
12. Nadein A.F., Tarhanov S.N., Lobanova O.A. 2000. Biogeochemical assessment of the level of environmental contamination Arkhangelsk region. North: ecology. Ekaterinburg: Publishing House of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Pp. 54-63.
13. Yudakhin F.N., Lobanova O.A., Tarhanov S.N. 2001. Environmental contamination of the environment Arkhangelsk agglomeration and adjacent territories. *Geocology, engineering geology, geohydrology, geocryology*. Pp. 369-375.
14. Svirko E.V., Strakhovenko V.D. 2006. Heavy metals and radionuclides in lichen thalli in the Novosibirsk region and the Republic of Altai. *Siberian Journal of Ecology*. Pp. 385-390.

Il contenuto di metalli pesanti ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) e di zolfo (%) nei physodes tallo H.

Pb	Cd	Zn	Cu	Hg	S
Aree di contaminazione ambientale Blueberry abete rosso (n = 50)					
<u>0.55-75.09</u> 6.78±1.43	<u>0.01-0.25</u> 0.10±0.01	<u>16.24-423.29</u> 53.28±7.80	<u>1.40-12.20</u> 5.14±0.27	<u>0.005-0.56</u> 0.24±0.01*	<u>0.06-0.20</u> 0.11±0.00
Gruppo Sphagnum pino (n = 13)					
<u>2.28-10.25</u> 5.91±0.70	<u>0.05-0.16</u> 0.10±0.01	<u>23.09-47.12</u> 33.49±2.27	<u>4.30-9.82</u> 6.24±0.50	<u>0.10-0.32</u> 0.22±0.02	<u>0.05-0.15</u> 0.09±0.01
Blueberry pinete umide (n = 4)					
<u>4.31-7.13</u> 5.51±0.66	<u>0.09-0.11</u> 0.10±0.00	<u>28.82-43.43</u> 35.61±3.27	<u>3.74-4.71</u> 4.38±0.23	<u>0.16-0.21</u> 0.18±0.01	<u>0.06-0.10</u> 0.08±0.01
Blueberry pino fresco (n = 17)					
<u>1.45-15.87</u> 5.84±0.85	<u>0.04-0.19</u> 0.12±0.01	<u>31.17-54.89</u> 42.57±1.56	<u>3.75-6.44</u> 4.97±0.18	<u>0.15-0.34</u> 0.23±0.02**	<u>0.06-0.20</u> 0.10±0.01
Aree di sfondo (più di 120 km dalla città di Arkhangelsk) Blueberry abete rosso (n = 10)					
<u>2.49-11.47</u> 5.19±0.78	<u>0.00-0.36</u> 0.13±0.03	<u>37.24-74.40</u> 55.58±3.46	<u>2.25-8.63</u> 4.84±0.63	<u>0.12-0.28</u> 0.20±0.03***	<u>0.06-0.13</u> 0.08±0.01****
Blueberry pino fresco (n = 2)					
<u>5.45-9.25</u> 7.35±1.90	<u>0.10-0.12</u> 0.11±0.01	<u>35.40-42.86</u> 39.13±1.86	<u>3.73-4.98</u> 4.36±0.62	no dati	no dati

\*n= 46, \*\*n = 15, \*\*\*n = 6, \*\*\*\*n = 7.

Nota. La riga superiore - i valori minimo e massimo; la fila inferiore - la media aritmetica con l'errore medio; n- numero di trame.



Fig. Disposizione dei siti di prova