

2. Global-scale development of the great Arctic mineral resources, including oil and gas, is likely to become possible only in the end of 21st – beginning of 22nd centuries, both because of natural difficulties, lack of technological and financial resources, and geopolitical games. Besides, environmental aspect is not properly elaborated as yet. This is especially true for Russian Arctic territories. All the strategies, plans, expert findings that are now being developed in this sphere are in fact only approbation of methods. However they are useful as a basis for preparing future joint projects, such as far-distance space flights.
3. In my opinion, for most regions of the world, the key factor in oil production in the 21st century will be the residual (hard-to-extract) oil at large oilfields already in operation where a well-developed diversified infrastructure is available. It amounts to 2/3 of all proved oil reserves. To extract this oil, novel methods and technologies are required (Improved Oil Recovery).
4. To be in proper control of the oil-production technological processes, a detailed study of the fluid-rock systems (oil deposits) should be made through bottom-hole apparatus with a wide use of smart (IT) gauges. There is a lot of research and methods already available; all that is needed is practical deeds. For this purpose, it would be useful to have R&D Petroleum Polygons, or at least test wells or sections, in the oil production regions.
5. Omar Khayyam wrote: «Thousands of observations and thousands of measurements are needed to avoid a single error». It is clear that only natural full-scale models are authentically reliable and effective.
6. To restore energy potential and other parameters of oil deposits, rehabilitation cycles are utterly necessary [1].

A living system requires medical approach. This is the essence of ecological paradigm!

References

1. Bednarzhevskiy S.S., Zapivalov N.P., Smirnov G.I. Rehabilitation cycles of nonlinear dynamics of petroleum fields to improve their efficiency // *Nauka i biznes: puti razvitija*, 2015, vol. 46, no. 4, pp. 27 – 31.
2. Dyachuk I.A. Reformation of oil fields and reservoirs // *Georesursy (Georesources)*. Kazan, 2015.–№1(60).–P. 39–45. (in Russian)
3. Levorsen A.I. *Geology of petroleum*. – Moscow: Publishing House «Mir», «Earth sciences» series, 1970, vol. 22. – 638 p. (in Russian)
4. Pisetsky V.B. Prognosis of fluid-dynamic parameters of a basin based on seismic data. – Yekaterinburg: Ural State Mining University, 2011. – 13 p. (in Russian)

MOOS WIE BIOINDIKATOR DER UMWELTVERSCHMUTZUNG

N.P. Bozchenko

*Wissenschaftliche Betreuerinnen Dozentin A.M. Mezchibor, Dozentin S.W. Kogut
Nationale Wissenschaftliche Tomsker Polytechnische Universität, Tomsk, Russland*

Unter Bioindikation versteht man die Anzeige von abiotischen und biotischen Standortfaktoren durch biologische Systeme [4]. Als Bioindikatoren im weiteren Sinn bezeichnet man dementsprechend Organismen oder Organismengemeinschaften, die als Zeiger für bestimmte Umweltfaktoren natürlicher Art oder infolge menschlichen Einwirkens verwendet werden können.

Nach dieser weitgefassten Definition ist jede biologische Art ein Bioindikator, da sich im Laufe der Evolution jede Art an einen Komplex von Standortfaktoren angepasst hat und diesen im Besetzen der ökologischen Nische anzeigt. Diese natürliche Bioindikation macht man sich in der Land- und Forstwirtschaft, der Vegetationskunde und anderen Disziplinen schon seit langem zunutze. So sagt man, dass eine Art Feuchte- oder Kalkzeiger ist usw. Seit einigen Jahrzehnten interessiert man sich jedoch zunehmend für solche Bioindikatoren, die anthropogene Faktoren anzeigen. Im Zuge zahlreicher Programme und Projekte der Umweltüberwachung hat man weltweit schon eine unübersehbare Zahl an tierischen oder pflanzlichen Organismen als Bioindikatoren eingesetzt. Somit sind Bioindikatoren im engeren Sinn Organismen, die auf Schadstoffbelastungen mit Veränderung ihrer Lebensfunktionen antworten, also eine möglichst spezifische Reaktion (Reaktionsindikatoren) zeigen oder den bzw. die betreffenden Schadstoffe aufnehmen und anreichern (Akkumulationsindikatoren), also ,akkumulieren' [1].

Moose sind eine Gruppe der Pflanzen und werden zusammen mit Flechten, Pilzen und Algen bezeichnet. Moose finden als Schadstoffindikatoren in vielen Ländern Verwendung, aber ihre Einsatzhäufigkeit spiegelt ihre besonders gute Eignung als Bioindikator bei weitem nicht wider, was vielleicht darauf zurückzuführen ist, dass die Bestimmung - von wenigen leicht kenntlichen Moosen abgesehen - relativ schwierig ist und einige Erfahrung erfordert.

Die Moose spielen eine sehr wichtige Rolle im globalen Ökosystem. Dort, wo Moose häufig sind, wie in Bergwäldern und Mooren, haben sie eine wichtige ökologische Rolle im Nährstoffkreislauf, da sie die Nährstoffe aus dem Niederschlag filtern, ferner für den Wasserkreislauf, da sie zum einen Nebel ausfiltern können und zu einem gewissen Grad auch den Niederschlag speichern können.

Mehrere Eigenschaften machen die Moose zu sehr guten Bioindikatoren: Sie nehmen Wasser und Nährstoffe über die Oberfläche auf und sind so der direkten Wirkung von Schadstoffen ausgesetzt; ihr kurzer Lebenszyklus führt zu raschen Reaktionen auf Umweltveränderungen; sie sind makroskopisch bestimmbar und sind ganzjährig präsent. Moose werden jedoch bis jetzt nur in Europa, Kanada, Japan und Neuseeland als Bioindikatoren verwendet.

Moose haben im folgenden genannte Eigenschaften, die sie als Bioindikatoren geeignet machen [2]: Moose decken

ihren Nährstoffbedarf überwiegend aus der Atmosphäre, das bedeutet sie nehmen Nährstoffe aus Niederschlägen und aus der Luft über ihre meist einzellschichtige Blättchenoberfläche und die Epidermisoberfläche anderer Sprosssteile auf; Moosepidermen haben keine Cuticula (wachsartige, weitgehend undurchlässige Abschlusschicht der Epidermis höherer Pflanzen), so dass Moose eine Stoffaufnahme über ihre Oberfläche nicht verhindern können. Moose können die Schadstoffaufnahme auch nicht regulieren über Stomata (Spaltöffnungen), sofern sie überhaupt vorhanden sind. Die „Wurzeln“ der Moose dienen im Gegensatz zu höheren Pflanzen nur der Verankerung der Moose im Substrat und nicht der Wasser- und Nährstoffaufnahme.

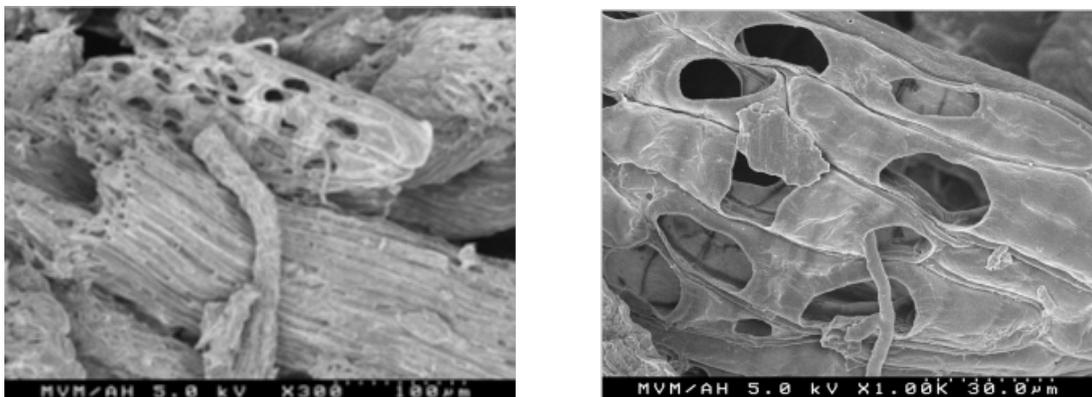


Abb. Die Struktur der Käfige des Moores bei der Vergrößerung unter dem elektronischen Mikroskop: die Vergrößerung $\times 300$ (links), die Vergrößerung $\times 1000$ (rechts) [3]

Moose können Schadstoffe bis zu sehr hohen Konzentrationen akkumulieren, da sie eine große Oberfläche aufweisen und eine hohe Kationenaustauschkapazität (KAK) besitzen.

Die meisten Moose sind nicht an bestimmte Jahreszeiten gebunden, können also jederzeit gesammelt oder kontrolliert werden; zudem besiedeln sie nahezu alle Substrate, auch künstliche Standorte wie Mauern und Hausdächer etc.

Für Moose bestehen folgende Einsatzmöglichkeiten als Bioindikatoren [2]:

Bei Luftverschmutzung reagieren Moose besonders auf Schwefeldioxid. In den vergangenen Jahrzehnten wurde die steigende Belastung anhand des Verschwindens von Moosen aus Industriegebieten kartiert, heute die sinkende Belastung anhand der Wiederbesiedlung, besonders durch Epiphyten.

Moose akkumulieren aufgrund ihrer hohen Ionenaustauschkapazitäten Schwermetalle. Europaweit werden zum Monitoring die Moosarten *Hylocomium splendens*, *Hypnum cupressiforme* und *Pleurozium schreberi* untersucht. Das Forschungskonsortium Mossclone testet, welche Torfmoose sich zur standardisierten Luftüberwachung eignen. Die gleichen Mechanismen lassen Moose auch Radionuklide anreichern, sodass sie als Langzeitsensoren für die radioaktive Belastung dienen.

Ebenso kann man sie einsetzen als Indikatoren für Klimaschwankungen. So haben sich beispielsweise in den letzten Jahren einige Arten, die bisher nur im stark ozeanisch geprägten Klima Westeuropas vorkamen, weiter nach Mitteleuropa ausgebreitet. Man kann dies ev. als Indiz für feuchtere und mildere Winter und für ein ausgeglicheneres Klima in Mitteleuropa werten.

Über die Effektivität jeder Art sagend, muss man in erster Linie die wichtigste Kennziffer - die Erweitertheit der gegebenen Art, d.h. die Möglichkeit des Wachstums in vielen natürlichen Zonen mit verschiedenen Klimabedingungen berücksichtigen. Da bei jeder Art die Areale des Vertriebes, über die am meisten herankommende Art des Moores schwierig zu sagen.

Zusammenfassend kann man die Schlussfolgerung ziehen, dass die Moose für die Durchführung des ökologischen Monitorings der Kontrolle der geochemischen Lage der Territorien ideal herankommen.

References

1. Arndt, U., Novel, W., Schweizer, B. Bioindikatoren: Möglichkeiten, Grenzen und neue Erkenntnisse, Eugen Ulmer Verlag. – 1987. – S. 388.
2. Hock, B., Elstner, E. Pflanzentoxikologie - Der Einfluß von Schadstoffen und Schadwirkungen auf Pflanzen, Bibliographisches Institut. – 1984. – S. 346.
3. Mezhibor, A.M. Die ökologische Charakteristik der Elemente-Beimischungen in den Reittorfen des Gebietes Tomsk: Dissertation zur Erlangung des Kandidates der geologo-mineralogischen Wissenschaften / Tomsk. – 2009. – S. 13
4. Schubert, R. Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen, Gustav Fischer Verlag. – 1991. – S. 338.