

PERSPECTIVE OF EXPLOITATION OF ALGINIT IN PLANT NUTRITION PERSPEKTÍVA VYUŽITIA ALGINITU VO VÝŽIVE RASTLÍN

KULICH^{1*}, J., J. VALKO², D. OBERNAUER³

ABSTRAKT

Alginit je organicko-minerálna hornina, ktorá má v bohatom nálezisku pri Lučenci reálnu perspektívu širokého využitia. Alginit je fosílna riasa (algae), ktorá v Panónskej jazernej sústave pri vulkanických zmenách pred 3-4 miliónami rokmi spolu s erodovanými horninami vytvorila súvislý sediment.

V práci sú zvýraznené jeho pedologicko-agrochemické parametre s významným zastúpením biogénnych N, P, K, Ca, Mg, stopových Cu, Mo, Mn, Se, ale i rizikových As, Cd, Pb, Hg prvkov. Doplnené sú hodnoty pH, obsah organického materiálu, ale i vysokovýznamnej sorpènej kapacity závislej od jeho polyminerálneho charakteru. Vlastnosti sú porovnané s prírodným materiálom podobného druhu, ktorý sa ťaží v Maďarsku a v širokom spektre sa využíva aj ako stabilizátor pôdnej úrodnosti s potvrdenými vlastnosťami pri viacerých poľnohospodárskych plodinách.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: Alginit, riasa, vulkanické zmeny, pedologicko-agrochemická hodnota, sorpèná kapacita, mineralogické zloženie, biogénne prvky, využitie v poľnohospodárstve

ABSTRACT

Ore and non-ore potential of the Slovak Republic is restricted by the size of its area. Each successful result of geological research uncovering modest raw material supplies is considered to be worthy. Since 1990 the alginite bed situated in Lučenec Valley, locality of Piciná village, has been considered in the above mentioned sense. Alginite represents a rock with relatively high organic matter content which was sedimenting together with the clays in post - volcanic outbursts during geological periods appropriate for algae occurrence. An interest for this material is also stimulated by the experiences obtained during alginite mining from the deposit not far off Slovak - Hungarian boundary in Gercei and Pula in Hungary. Gercei alginite has a wide variety of utilization as an ecological raw material. By underlining pedological and agrochemical alginite value we intend to contribute to the realization of its utilization, especially in agriculture. First of all, the fact that specific and volume weight as well as the consistent constants and particularly specific surface value of alginite exclusively positively influence physical and chemical soil properties should be emphasized here. Content of biogenic and trace elements, portion of colloidal fraction, humus content and sorption capacity have a determinative significance for prospective alginite involving into an assortment of progressive preparations for soil properties improving. Natural character, absence of phytotoxicity, effective economy of mining technology and ecologization of farming systems, those are the arguments for alginite to be included among such materials like zeolites and bentonites which have already achieved a position for useful agricultural utilization.

KEY WORDS: alginite, mineralogical composition, physical and chemical characteristics, utilization, soil properties, plant nutrition

ÚVOD

Už 70-te roky na Slovensku boli poznačené snahou viacerých vedeckých autorít a organizácií stabilizovať úrody poľnohospodárskych plodín pri dávke do 300 kg čistých živín NPK vylepšovaním pôdnych vlastností a využívaním regulátorov rastu a vývoja. Tak sa stali známe perlit, zeolity, bentonity, ale aj mnohé organické kyseliny a ich deriváty. Ekonomický, ale aj ekologický význam tohoto snaženia je logický a svoju aktuálnosť si zachováva zvlášť vtedy, ak exploatacia materiálov, či už vylepšenia a stabilizácie pôdnych vlastností s nadväznosťou morforegulácie má racionálnu podstatu. Pri súčasných pomeroch prudkého zníženia hladiny čistých živín je snaha zachovať úrodotočné parametre logická zvlášť vtedy, ak efekt ale aj ekonomika sú preukázateľné. Potreba dostatku kvalitných potravín a potravinových produktov však musí odolať tlaku skomercializovaného trhu, pretože v oblasti výživy rastlín by sa nemali objavovať látky s nezaručenou kvalitou a balastným obsahom.

Cieľom našej práce je podať bližšiu agrochemickú charakteristiku alginitu (horniny organicko-minerálneho pôvodu, vyskytujúcej sa na Slovensku v okolí Lučenca), ktorá ako prírodný materiál s potvrdenými výnimočnými vlastnosťami, hojnosťou výskytu a relatívne lacným spôsobom získavania by mohol nájsť uplatnenie aj v praktickej poľnohospodárskej činnosti.

Komplexnú charakteristiku ložísk alginitu predložil Vass a kol. [10, 11]. Okrem potenciálnych úžitkových vlastností poukazuje na jeho polyminerálny charakter, z ktorého logicky vyplýva nielen jeho chemické zloženie, ale aj sorpčné vlastnosti. Hodnotením keramických žiaruvzdorných surovín, ale i silikátov Lučeneckej kotliny sa zaoberajú [2, 3] a v prácach staršieho dáta [5, 7] sa už zmieňujú o alginite.

Spomenuté možnosti využitia zeolítov a bentonitov pri ozdravovaní pôd kontaminovaných ťažkými kovmi môže doplniť aj alginit.

Uplatnenie koloidného podielu a záporného náboja ílových minerálov, zvlášť pre katióny, je zhrnuté vo viacerých prácach [1, 8].

Z prác [3, 4] vyplynula reálna požiadavka využiť takéto materiály na vylepšenie pôd devastovaných plynými a tuhými exhalátmi Elektrárne Nováky a hlinikárne v Žiari nad Hronom.

MATERIÁL A METÓDA

K elementárnej chemickej analýze ako i následným experimentom bola použitá priemerná vzorka z vrstev, ktorá je evidovaná v geoekologickom laboratóriu pod č.1462.

Termická analýza bola urobená na derivatografe typu 00-102 pri termoanalytických podmienkach, ktoré sú uvedené na príslušnom derivatograme. Pri difrakčnej analýze boli zachované podmienky programu pre difrakčnú analýzu ZDS systému na Rtg difraktografe DRON-3. Analýza sa robila z jemno rozpráškovanej celohorninovej vzorky a separovanej ílovej frakcie < 2µm.

Základná chemická analýza bola urobená podľa metodík silikátovej analýzy. Pedologicko-agrochemické stanovenia v zmysle upresnených metodík a výluchoch pre toxické prvky v 2MHNO₃; N, B a Cl vo vodnom výluhu; P, Na, K vo výluhu laktátu vápenatého; Ca, Mg, SO₄⁻² vo výluhu KCl a Mn, Cu sú stanovované vo výluhu Chelatonu III a KCl.

Pre potvrdenie sorpcie Cd²⁺ a Pb²⁺ bola použitá nasledovná modifikácia - stacionárne podmienky: stále miešanie 30 minút, teplota 293 ± 5°K, atmosférický tlak, pomer alginít / kontaminovaný roztok bol 1g / 1000 ml.

Hodnoty pre porovnanie boli prevzaté z práce [11] a certifikačnej listiny pre produkt ťažený v Maďarsku, ktorá bola udelená v roku 1992 s názvom pre Gercei alginít Štátnym úradom v Budapešti.

V tabuľkovej časti práce sú naše výsledky označované ako alginít (1), prevzaté z práce Vass a kol. [11] a alginít (2) a alginít (3) zo spomenutej certifikačnej listiny.

Pri prácach gravimetrických, spektrometrických stanovení a atómovej absorpčnej spektrofotometrie boli zachované všetky obvyklé postupy.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Mineralogická skladba alginitu

Termická analýza potvrdzuje, že dominantný v alginite je smektit s obsahom molekulárnej vody 6,25 % (obsah vody v smektitoch je 10-12 %). Z uvedeného možno zastúpenie v smektitu v alginitoch odhadovať na 60 %.

Index lomu s hodnotou 1,570 naznačuje, že smektit je prevažne železitý, čo je blízke ílovému minerálu nontronitu, ktorý má okolo 28,4 % Fe_2O_3 . Optická metóda ďalej potvrdzuje zhruba 10-15 % prítomnosť kremeňa a živcov.

Plochá izoterma v rozpätí 200-650°C na derivatograme znázorňuje vyhorenie organickej hmoty. Endotermický dej pri 500°C zodpovedá aj zastúpeniu OH-skupín ílových minerálov ilitu.

Endotermy s teplotnými maximami pri 790-840°C potvrdzujú prítomnosť karbonátov, typických pre dolomit a kalcit. Manometrická analýza taktiež vykazuje prítomnosť 12,02 % kalcitu a 10,81 % dolomitu so zbytkom 77,17 % pre neuhličitanový podiel.

Fázová rtg. difrakčná analýza jemno rozprášenej horninovej vzorky a separovanej ílovej frakcie je prezentovaná nízkou kvalitou difraktogramu alginitu, čo pravdepodobne spôsobila prítomnosť röntgeno-amorfnej organickej hmoty vo vzorke alginitu. Identifikácia prítomných minerálov sa urobila na základe hodnôt medzirovinných vzdialeností diagnostických difrakčných maxim. Uhlová oblasť, podľa ktorej sa registrujú difrakčné maximá jemnodisperzných fáz pre ílové minerály, chlority, sulfáty, polymorfné modifikácie SO_2 , karbonáty, živce a iné, mala pre jednotlivé minerály nasledovné hodnoty:

- Smektit 14 - 15 Å
- Illit-sľúda 10,0 - 5,0 - 3,3 Å
- Kaolinit 7 - 3,6 Å
- Chlorit 7 - 4,7 - 3,6 Å
- Kremeň 4,2 - 3,3 Å a i.
- Kalcit 3,8 - 3,0 Å
- Dolomit 2,8 Å
- Živce 3,7 - 3,2 Å

Hodnoty difrakčných maxim potvrdzujú polyminerálny charakter vzorky zo skupiny

alumosilikátov, halocov ale i sľúd, napríklad muskovitu.

Výsledky termickej, optickej a difrakčnej analýzy alginitu potvrdzujú, že analyzovaná vzorka alginitu obsahuje okrem organickej hmoty v podstate primárne a sekundárne alumosilikáty, ktoré s najväčšou pravdepodobnosťou budú limitovať ďalšie fyzikálne a chemické vlastnosti tejto horniny.

Fyzikálno-mechanické vlastnosti alginitu

Merná hmotnosť alginitu $2,568 \text{ g.cm}^{-3}$ je nižšia ako u kultúrnej pôdy. Zníženie hodnôt objemovej hmotnosti súvisí s obsahom organického materiálu a dosahuje len $1,52 \text{ g.cm}^{-3}$ (tab.1).

Pórovitosť s hodnotou 40,8 % dopĺňa vpredu uvedené parametre a vysoká nasiakavosť 82,0 % svedčí o vysokej sorpčnej kapacite, ktorá má pôvod v polyminerálnom zložení alginitu s obsahom ílových minerálov a organickej hmoty.

Atterbergové konzistenčné konštanty spolu s obsahom zrnitostných frakcií napovedajú zlepšenia, ktoré by mohol alginít spôsobiť pri premiešavaní so zeminou. Koloidný podiel frakcií dopĺňa najmä merný povrch $350,9 \text{ m}^2.\text{g}^{-1}$, čo pre sorpčnú kapacitu má jedinečné a vysokovýznamné uplatnenie. Zistené parametre ani v jednom prípade nepredstavujú riziko zhoršenia vlastností pôdy pri jeho aplikácii pre obrábanie pôd a ošetrovanie rastlín.

Chemické vlastnosti alginitu

Mineralogické zloženie alginitu limituje aj jeho chemické vlastnosti. Potvrdzuje to aj tabuľka 2, v ktorej je uvedené jeho základné zloženie. Kvantitatívne zastúpenie silikátových zložiek alginitu dopĺňa vysokým percentom strata žíhaním, ktorá je vlastne indikáciou vysokého zastúpenia organickej hmoty. Tento ukazovateľ klasifikuje alginít ako produkt fosílného charakteru. Zastúpenie vo forme oxidov SiO_2 , Al_2O_3 má variabilný charakter, no s podstatným významom pre technológiu výroby silikátov. (SiO_2 -39,6%, Al_2O_3 -11,4%).

Vzhľadom na to, že pyrolýzu a zhodnocovanie ropného potenciálu sme nerobili, strata žíhaním, organický uhlík a % humusu naznačujú, ale nepotvrdzujú, že v alginite je nakumulovaný aj merateľný uhl'ovodíkový potenciál. Pri zlúčeninách železa je pomerne zastúpenie Fe_2O_3 a FeO asi v pomere 1: 1.

Tabuľka 1: Fyzikálno-mechanické vlastnosti alginitu
Table 1: Physico-mechanical properties of alginite

Sledované parametre	Vzorka	
	Alginit (1)	Alginit (2)
merná hmotnosť (g.cm ⁻³)	2,568	2,060-2,350
objemová hmotnosť (g.cm ⁻³)	1,520	1,280-1,420
nasiakavosť (% _x)	82,00	75,30-130,00
pórovitosť (%)	40,80	62,00-68,40
hutnosť (%)	59,20	-
Atterbergové konštanty:	-	-
tekutosť	79,90	-
plasticita	45,90	56,90-120,60
index plasticity	34,00	-
Zrmitostný podiel (%) na sitách:	-	-
8 mm	0,90	-
4 mm	11,90	-
2 mm	24,60	-
1 mm	18,10	-
0,5 mm	18,90	-
0,2 mm	16,10	-
0,09 mm	5,50	-
0,06 mm	3,00	-
pod 0,06 mm	1,00	-
Sypná hmotnosť (kg.m ⁻¹)	-	-
voľne sypaná	8300	-
strasená	9500	-
merný povrch (m ² .g ⁻¹)	350,90	426
obsah solí	0,05	0,04

Pedologicko-agrochemické vlastnosti alginitu

Základné hodnoty pH dovoľujú zaradiť alginit medzi neutrálne látky s pomerne vysokým percentom humusu (tab.3).

Z biogénnych prvkov (kvantitatívne) okrem N, možno pozitívne hodnotiť prítomnosť P, K, Ca, Mg a SO₄. Rovnako je široko spektrálne zastúpenie aj stopových prvkov, ktoré dotvárajú komplexný obraz o agrochemickej hodnote alginitu.

Z rizikových prvkov (As, Cd, Pb, Ag, Cr, Se) ani v jednom prípade neboli prekročené hodnoty limitných obsahov podľa normy, ktorá je platná na území Slovenskej Republiky (tab.3).

Doplňujúcim, ale vysoko významným hodnotením alginitu z agrochemického hľadiska je jeho vysoká

sorpčná kapacita, charakterizovaná v tabuľke 1, len hodnotou merného povrchu, ktorý dosahuje 350,9 m².g⁻¹. Sú však reálne podmienky pre využitie záporného náboja, ktorý v kryštalickej sústave ílových minerálov vzniká v dôsledku reakčného mechanizmu izomorfného výmeny iónov.

Konkrétne vyjadrenie sorpcie kationov Pb²⁺ a Cd²⁺ v stacionárnych podmienkach (tabuľka 4 a obr.1) zvyrazňuje až 90% sorpcie Pb²⁺ a 60% sorpcie Cd²⁺ v časovom intervale 30 minút po aplikácii 50 mg uvedených kationov do 1 litra roztoku, čo predpokladá jeho využitie nielen v dynamickej sústave využívania živín a ich regulácie, ale aj vysokoúčinný spôsob blokovania rizikových prvkov v prípade cieľavedomého použitia na kontaminovaných pôdach.

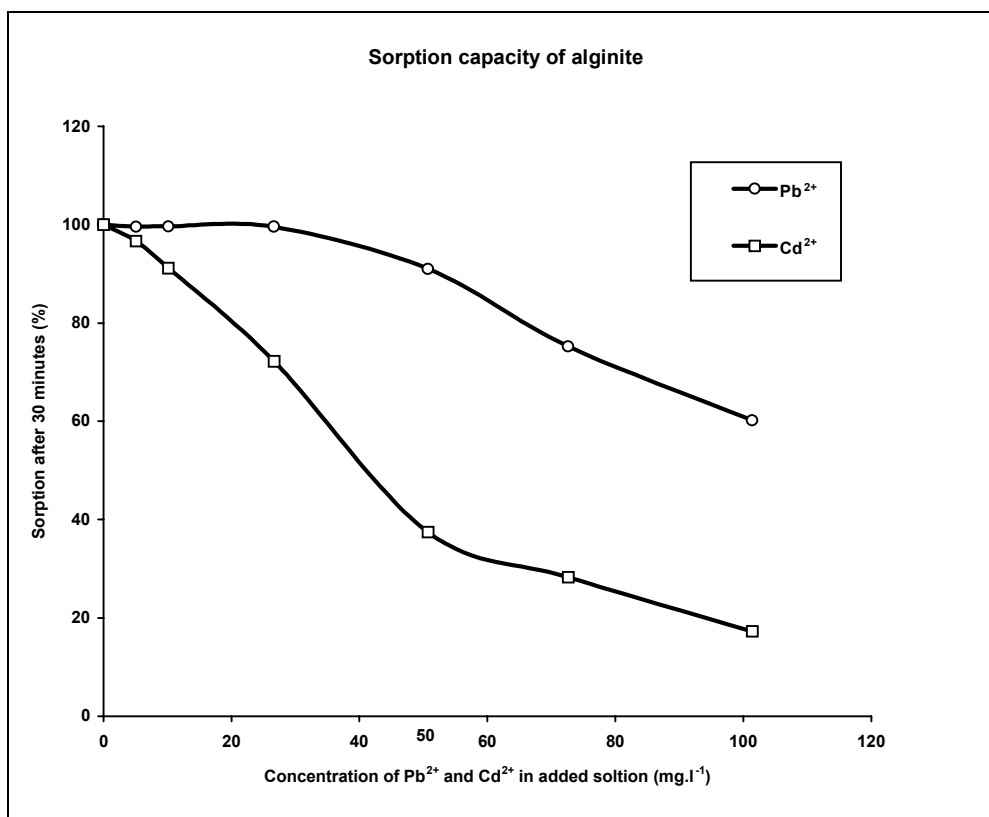
Tabuľka 3: Základná pedologicko-agrochemická charakteristika alginitu
Table 3: Basic pedologico-agrochemical characteristics of alginite

Vzorka	základné parametre							
	pH v H ₂ O	pH v M-KCl	C _{celk.} %	C _{org.} %	C _{anorg.} %	(%) humusu	SO (%) celkove	
alginit 1	8,3	7,4	7,12	3,79	3,34	6,53	0,26	
alginit 2	-	5,8-71	8,7-27,8	4,6-14,6	4,1-13,2	7,9-25,1	0,18-1,30	
alginit 3	7,2-7,8	6,9-7,5	36,4	-	-	33,1	0,85	
	Biogénne prvky (mg.kg ⁻¹)							
	N (NO ₃) celkom		P (P ₂ O ₅)		K (K ₂ O)		Ca	
	Mg							
alginit 1	12,5		24,2		158		1584	
alginit 2	8,9-13,0		179,4		338,4		6278	
alginit 3	4020		280		2010		8540	
	Stopové prvky (mg.kg ⁻¹)							
	Na		Mn		Cu		B	
	Mo		Zn					
alginit 1	396		75		28,7		29,8	
alginit 2	175		169		15,1		116,1	
alginit 3	-		713		25,0		20,0	
	Rizikové prvky (mg.kg ⁻¹)							
	As		Cd		Pb		Hg	
	Cr		Se					
alginit 1	8,0		0,08		9,3		0,04	
alginit 2	3,9		0,09		13,2		0,14	
alginit 3	8,0		neudáva				120,0	

Tabuľka 4: Využitie sorpčnej mohutnosti alginitu na púťanie olova a kadmia
Table 4: Use of sorption capacity of alginite to adsorb lead and cadmium

Sledovaný prvok	kontaminovaný vstupný roztok pred sorpciou (obsah)		roztok po sorpcii (obsah)		sorbované množstvo katiónu		
	mg/l	mmól/l	mg/l	mmól/l	mg/l	mmól/l	%
Pb ²⁺	5,071	0,0245	0,020	0,00010	5,051	0,02438	99,61
	10,140	0,0489	0,033	0,00016	10,110	0,04879	99,67
	26,670	0,1287	0,120	0,00058	26,550	0,12814	99,55
	50,710	0,2447	4,570	0,02204	46,140	0,22270	91,03
	72,640	0,3506	18,000	0,08690	54,640	0,26370	75,22
	101,420	0,4895	39,300	0,01899	62,090	0,29960	60,23
Cd ²⁺	5,357	0,048	0,179	0,0016	5,178	0,04610	96,66
	10,714	0,095	0,949	0,0084	9,765	0,08680	91,14
	29,220	0,260	8,120	0,0722	21,100	0,18780	72,22
	53,570	0,477	33,500	0,2980	20,070	0,17850	37,46
	107,140	0,953	76,800	0,6835	30,310	0,26960	28,29
	205,800	1,831	170,300	1,5150	35,470	0,31550	17,23

Obrázok 1: Sorpčná kapacita alginitu
 Figure 1: Sorption capacity of alginite



Pri konfrontácii výsledkov, ktoré sú uvedené aj v priložených tabuľkách, nie je doložená kompletná mineralogická skladba. Súhrnne možno dokumentovať, že masu vzoriek alginitu tvorí íl [11], ktorý zvetraním a splavením do jazier sedimentoval s odumretými riasami a inou organickou hmotou. Aj keď kvantitatívne zastúpenie illitu, kaolinitu a smektitu v ílovej frakcii vykazuje pri variačnom rozpätí rozdiely, dominantná skladba ílovej frakcie s expandujúcim smektitom a organickou hmotou môžu skutočne eliminovať rizikové prvky v pôdach, na čo poukazuje. Nepatrné rozdiely hodnôt mernej a objemovej hmotnosti (nižšie ako u kultúrnej pôdy) vyvažuje vysoká nasiakavosť a ani konzistenčné (Atterbergove) konštanty nevykazujú podstatné anomálne hodnoty v porovnaní s pôdou.

Chemické vlastnosti (tab.2) u všetkých vzoriek alginitu, ktoré prikľadáme ako jednu z možností uceleného pohľadu na produkt, ktorý už má praktické

uplatnenie (Maďarsko), skutočne potvrdzujú, že materiál nie je pôde cudzí i keď prirovnanie, ktoré uvádza [11] s pôdami v rôznych výrobných oblastiach, nie sú zvýraznením jeho dominujúcej kvality.

Úspešná aplikácia alginitu preukaznými výsledkami tvorby biomasy sneženice, kukurice ale aj pri intenzívnom pestovaní zeleniny bola zhodnotená v prácach [9, 7], ale zvlášť pri zdôvodneniach pre použitie GERCEI alginitu ťaženého a využívaného v Maďarsku.

Skutočnú agrochemickú hodnotu alginitu treba vidieť v jeho prírodnom charaktere bez možných reziduí, optimálnom pH, v koloidnom podiele bez rizík z prítomnosti ťažkých kovov, fytotoxicity a možného zasolenia pôd.

Tabuľka 2: Chemická charakteristika alginitu
Table 2: Chemical characteristics of alginite

Sledovaná veličina (%)	vzorky alginítov		
	1	2	3
Strata žíhaním	21,06	14,10 - 32,00*	C celkom 36,4 **
H ₂ O	4,97	-	S celkom 0,8
SiO ₂	39,64	37,50 - 53,30	-
Al ₂ O ₃	11,45	11,05 - 22,50	-
Fe ₂ O ₃ -celkové	5,85	0,20 - 8,00	Fe 3,06
ako Fe ⁺³	3,14	0,90 - 5,70	-
F ₂ O	2,44	0,80 - 4,80	N celkove 0,35
CaO	9,59	0,80 - 8,40	Ca - 8,54
MgO	7,43	0,60 - 4,02	Mg- 3,20
TiO ₂	0,98	1,10 - 1,34	-
P ₂ O ₅	0,23	0,15 - 1,64	0,34
MnO	0,101	0,04 - 0,30	-
Na ₂ O	0,64	0,33 - 0,74	-
K ₂ O	1,89	1,05 - 1,37	0,70
SO ₃	0,53	0,90 - 3,50	-
Suma	99,39	-	-

* Variačné rozpätie zvyrazňuje širokú škálu vzoriek z rôznych hĺbok a rôznych vrstov

** Údaje podľa certifikovanej listiny pre Gercei alginit Maďarsko

Treba podporiť názor pedológov a agrochemikov, že neutrálny materiál s bohatým zastúpením organickej hmoty, vyváženým pomerom biogénnych a stopových prvkov, absenciou rizikovosti z prítomných ťažkých kovov a vysokou sorpčnou kapacitou, limitujúcou reguláciu živín, má perspektívu využitia v praxi. Doplní sa tak okrem preferovanej metódy úpravy pH aj ďalšia možnosť dekontaminácie devastovaných pôd so znížením mobility rizikových prvkov a pretrvávajúceho nebezpečia ich transferu do rastlín a ich produktov.

ZÁVER

Predložené analýzy alginitu, ich zhodnotenie a porovnanie s materiálom, ktorý sa úspešne používa v susednom Maďarsku ako aj poznatky, ktoré sú citované v literatúre, dovoľujú vysloviť tieto závery:

Alginit, ktorý je možné získavať v Lučeneckej kotline z lokality Pinciná na južnom Slovensku pre prítomnosť riasového koncentráту môže byť surovinou aj pre chemický priemysel.

Prítomnosť oxidov silikátovej povahy (ich výhodný pomer ale i ďalších cenných zložiek) predstavuje v alginite reálne možnosti využitia vo viacerých odvetviach silikátových výrobov.

Alginit ako prírodný materiál svojou organicko-mineralogickou podstatou predstavuje ideálnu možnosť využitia v ekologickej poľnohospodárskej sústave hospodárenia. Jeho agrochemicko-pedologická hodnota založená na prítomnosti organického obsahu, biogénnych a stopových prvkoch, vysokej sorpčnej kapacity sa môže realizovať pri širšom spektre uplatnenia na týchto úsekoch

- racionálnej výžive rastlín
- úprave fyzikálno-chemických vlastností ľahších pôd
- dekontaminácie pôd devastovaných antropogénnou činnosťou
- prípravy sorbentov komplexne pôsobiacich na pôdu

LITERATÚRA

- [1] Ducsay L.(1995): Redukcia tvorby biomasy a jej kvalitatívne zmeny pri expozícii As, Cd, Pb, Mo, Mn a Sr. (Kandidátska dizertačná práca), Nitra: 127 s.
- [2] Hroncová Z. a kol.(1983): Točnica - Podrečany predbežný prieskum žiaruvzdorných a keramických ílov, stav k 27. 10. 1983. Manuskript - Geofond Bratislava: 29 s.
- [3] Kulich J.(1994): Rizikové prvky v agroekologických podmienkach Hornej Nitry, Slovakia Nitra XLIX: 106 s.
- [4] Kulich J.(1997): Deficit zelene v regiónoch Nováky a Žiar nad Hronom - riešenie. Enviro Nitra - medzinárodný seminár: 69-75
- [5] Milička J. a kol.(1994): Geológia, organická geochemia a technologické zhodnotenie alginitu (Pinciná), diatomitu a diatomitických ílov (Jelšovec). Manuskript - GUDŠ Bratislava
- [6] Neměček J. a kol.(1998): Použití sekvenční analýzy ke stanovení vazeb stopových prvků v půdách. Rostlinná výroba, 44: 203-207
- [7] Russel P. L. (1990): Oil Shales of the World, Their Origin, Occurrence and Expoitation. Pergamon Press, Oxford. Toronto: 412-450
- [8] Sitár V. a kol.(1989): New Late Neogene floras of Southern Slovakia (Pincina and Hajnačka). Západné Karpaty. Sér. Paleontológia 13: 43-59
- [9] Solti G. (1987): Az Alginit. Magy. áll földt. Intéz. Budapest: 1-40
- [10] Vass D. a kol. (1995): Zhodnotenie alginitu z ložiska Pinciná - II. časť. Zhodnotenie vrtu VPA-7, sorpčné vlastnosti alginitu, petrografia sprievodných vulkanických hornín, hydrogeológia a technologické zhodnotenie sprievodných surovín. Manuskript - GÚDŠ Bratislava: 120 s.
- [11] Vass D. a kol. (1997): Alginit - nový zdroj slovenského nerudného surovinového potenciálu (ložisko Pinciná). Mineralia Slovaca, 29: 1-39.

¹ Jozef Kulich, * to whom correspondence should be addressed
Dept. of Chemistry, The Slovak Agricultural University in Nitra, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovak Republic, Tel.: + 421 37 65 08 376, Fax: + 421 37 74 11 451

² J. Valko
Laboratory of Geology, Trenčianske Teplice, Slovak Republic

³ D. Obernauer
Geo-Technik-Consulting, Bratislava, Slovak Republic