

## Klinoptilolit ako nosič, regulátor a stabilizátor uvoľňovania živín

*Silvia Čuvanová<sup>1</sup>, Mária Reháková<sup>2</sup>, Ján Rimár<sup>3</sup> a Martin Dzivák<sup>3</sup>*

### *Clinoptilolite as a carrier, regulator and stabilizer of nutrient release*

*The natural zeolite of clinoptilolite type from the domestic deposit at Nižný Hrabovec, as a natural, inert and non toxic material, has a wide possibility of application. The structure of natural clinoptilolite is ideal for sorption and ion exchange processes. Due to its structure and properties, the zeolite may be used as a slowly - releasing carrier of agrochemicals of various kinds, as well as fertilizers and other pharmaceutically and biochemically active compounds including disinfectants. Our study was aimed at dynamics of nutrient release from the zeolitic fertilizer ZEOMIX NPK produced on basis natural zeolite of the clinoptilolite type. It confirmed more gradual release of nutrients from the zeolitic fertilizer in compare with standard NPK fertilizer. The zeolitic fertilizer had favourable effects on the quantity and quality of the harvest of crops treated.*

**Key words:** clinoptilolite, ZEOMIX NPK, fertilizer, agrochemicals

### Úvod

Problematika efektívneho využitia zeolitov je skúmaná na celom svete. Skúmajú sa vzťahy medzi štruktúrou a vlastnosťami zeolitov, ich iónovými vlastnosťami, sorpcia rezíduí ťažkých kovov a iných toxických látok z kontaminovaných pôd zeolitmi, prípadne aj v kombinácii s jedno alebo viaczložkovými hnojivami. Pozornosť pracovníkov v poľnohospodárstve sa sústreďuje hlavne na zvýšenie účinnosti pôsobenia zeolitov so zohľadnením ekologických aspektov. Pre tento účel sú prírodné nerasty zeolitického typu výhodnými a užitočnými materiálmi ako nosiče, stabilizátory a regulátory uvoľňovania rôznych druhov agrochemikálií.

### Ložisko klinoptilolitu v Nižnom Hrabovci (Slovenská republika)

Východoslovenské ložisko v lokalite Nižný Hrabovec (obr. 1) bolo geologicky preskúmané v roku 1974. Hlavným horninotvorným minerálom vulkanosedimentárnej horniny je minerál klinoptilolit (CT) (Šamajová, 1988; www.zeocem.sk).



Obr. 1. Povrchový lom na ťažbu klinoptilolitu v Nižnom Hrabovci.  
Fig.1. Open - pit mine for clinoptilolite mining at Nižný Hrabovec.



Obr. 2. Klinoptilolit  
Fig. 2. Clinoptilolite

<sup>1</sup> RNDr. Silvia Čuvanová, PhD., Ústav geotechniky Slovenskej akadémie vied, Watsonova 45, 043 53 Košice

<sup>2</sup> Doc. RNDr. Mária Reháková, CSc., Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta, Univerzita P. J. Šafárika, Moyzesova 11, 041 54 Košice

<sup>3</sup> Ing. Ján Rimár, CSc., Ing. Martin Dzivák, Zeocem, a.s., 094 34 Bystré  
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 13. 12. 2006)

Klinoptilolit (obr. 2) patrí do zeolitickej skupiny heulanditu. Je izoštruktúrny s heulanditom. Je známy detailný mineralogický, chemický rozbor (Reháková et al., 2003; [www.zeocem.sk](http://www.zeocem.sk)) a údaje o fyzikálnych, mechanických a iónovýmienných vlastnostiach tohto prírodného zeolitickeho minerálu, ako aj štúdium jeho morfológických vlastností a chemickej analýzy v porovnaní s ďalšími svetovými ložiskami z hľadiska ich identifikácie, genézy a využitia (Sopková a Bubanec 1988). Klinoptilolit z ložiska v Nižnom Hrabovci je typu K-Ca (draselno-vápenatý) s malým zastúpením Fe, Mg a Na iónov ako aj ďalších iónov v stopových množstvách (Reháková et al., 2003; [www.zeocem.sk](http://www.zeocem.sk)).

ZEOCEM, a.s., Bystré je monopolným spracovateľom prírodného zeolitu a jedným z najvýznamnejších výrobcov zeolitickej výroby na Slovensku (Reháková et al., 2004; [www.zeocem.sk](http://www.zeocem.sk)). Ťažbou a spracovaním prírodného zeolitu sa zaoberá od začiatku 80-tych rokov minulého storočia. Prírodný zeolit, ktorý ťaží a spracováva, je využívaný na Slovensku, v mnohých krajinách Európy, ale aj v niektorých krajinách Ázie a Ameriky v rôznych oblastiach hospodárstva. Viac ako polovica celkovej produkcie je exportovaná.

ZEOCEM, a.s. Bystré vyrába široký sortiment produktov, určených pre rôzne oblasti hospodárstva. Vďaka vysokej kvalite, čistote a širokej škále granulometrie sú produkty spoločnosti Zeocem úspešne používané v poľnohospodárstve, pri čistení spalín (dioxíny, ťažké kovy), sušení plynov, čistení a úprave vôd (Munka a Gajdoš, 2004), ako plnivo v papierenskom a gumárenskom priemysle, prísada do lepidiel, čistiacich prostriedkov a stavieb, aj ako adsorbenty a desikanty ([www.zeocem.sk](http://www.zeocem.sk)).

### Využitie zeolitov v poľnohospodárstve

V rastlinnej poľnohospodárskej výrobe, ale aj v záhradkárstve, majú prírodné zeolity široké využitie ako aktívne nosiče rôznych druhov agrochemikálií, hlavne hnojív (Bagdasarov et al., 2004; Colella, 2002; Li 2003; Reháková et al., 2003; Reháková et al., 2004; Rimár, 1998; Rimár et al., 2001), ale aj iných látok – insekticídov, pesticídov (Kam et al. 2002; Pursell et al. 2003, Sopková a Janoková 1998), antibakteriálne účinných látok (Chen et al., 2003; Matsumura et al., 2003), rastových stimulátorov, pri zvyšovaní úrodnosti a biologickej aktivity pôdy, rekultivácii a zvyšovaní produktivity kyslých a devastovaných pôd, zvyšovaní dusíkovej bilancie najmä v ľahkých a piesčitých pôdach (Bagdasarov et al., 2004; Li, 2003; Rimár, 1998; Rimár et al., 2001). Rovnako sú využiteľné pri sušení a skladovaní obilia, ošetrovaní vín - čírení a čistení, výrobe skleníkových a kôrorašelinových substrátov, pri príprave substrátov pre skladovanie ovocia a zeleniny i iných ([www.zeocem.sk](http://www.zeocem.sk)). Významné je aj ich využitie z ekologického hľadiska pri znižovaní obsahu škodlivín v pôde - sorpcii ťažkých kovov a iných toxických látok (Puschenreiter a Horak, 2003; Rimár et al., 2001a).

V živočíšnej výrobe sú využiteľné (Reháková et al., 2003; [www.zeocem.sk](http://www.zeocem.sk); Zeo agronomic technology; Rimár a Gavalová, 2002; Skalická et al., 2002) ako minerálne doplnky krmných zmesí pre dietetický a antibakteriálny účinok, pri úprave exkrementov hospodárskych zvierat, aj ich podstielok. Sú vhodné ako dezodoračné prostriedky pri odstraňovaní zápachu a vlhkosti v ustajňovacích priestoroch. Pri chove rýb sú využiteľné na odstraňovanie amoniaku v recirkulačných systémoch.

Zeolitickej produkty môžu mať aj viacstupňové využitie, najprv ako podstielky pod hospodárske zvieratá a potom následne ako prírodné hnojivá pri pestovaní poľnohospodárskych plodín.

Prírodné zeolity sú vhodnými nosičmi rôznych druhov hnojív (Reháková et al., 2003; Reháková et al., 2004; Rimár, 1998; Rimár et al., 2001; [www.zeocem.sk](http://www.zeocem.sk); McGilloway et al., 2003). Živiny uvoľňujú postupne, nielen v prvom roku vegetačného obdobia, ale aj v druhom, prípadne ďalšom roku. Významná je aj hydratačná a dehydratačná schopnosť zeolitov, ktorú možno využiť pre zlepšenie vodného režimu v pôde, najmä pri pestovaní na vlahu náročnej zeleniny, špeciálnych kultúr viníc a ovocných drevín i okrasných rastlín.

Zeolitickej hnojivo má niekoľko výhod: ide o hnojivo pripravené na báze netoxického, prírodného materiálu, je ľahko aplikovateľné na začiatku vegetačného obdobia s rovnomerným hnojivým efektom počas celej vegetačnej doby. Je výhodné z ekologického hľadiska, pretože uvoľňovanie aktívnych látok a živín z neho do pôdy sa uskutočňuje postupne, pomaly. V prípade prudkých dažďov nedochádza k ich náhlemu vyplaveniu, a tým aj znečisteniu spodných vôd, resp. okolitých tokov riek.

Vyššiu účinnosť do pôdy aplikovaných priemyselných hnojív je možné dosiahnuť zamedzením strát živín vymývaním dažďovou vodou do spodných vrstiev pôdy. Využitie doterajších klasických hnojív sa pre dosiahnutie vyšších úrod poľnohospodárskych plodín uskutočňuje formou zvyšovania dávok. Je všeobecne známe a mnohokrát pokusmi potvrdené, že z jednozložkového dusikátého hnojiva sa až 34 % dusíka stráca, 18 % ostáva v pôde a iba 48 % dusíka sa využíva pre tvorbu úrody. Z toho vyplýva, že zvýšené množstvá priemyselných hnojív kontaminujú spodnú vodu dusičnanmi a vysoký obsah dusičnanov je aj v úrode plodín. Je to negatívny zásah do pôdneho prostredia, ale aj do hygienickej kvality potravín.

Zeolitickej hnojivá uvoľňujú živiny, hlavne dusík postupne a rovnomerne, takže nedochádza k prebujnenému rastu rastlín a k ich väčšiemu napadnutiu hubovitými chorobami. V žiadnom vegetačnom

období, na začiatku, či na konci vegetácie, nedôjde k nadmernému príjmu dusíka. Rovnomernosť dávkovania živín zabezpečuje dobrý kondičný a zdravotný stav rastlín. To má následne vplyv na tvorbu nadpriemernej úrody ([www.zeocem.sk](http://www.zeocem.sk); Reháková et al., 2004).

Po viacročnom úsilí, sérii nádobových a poľných testov boli vyvinuté dva typy zeolitického hnojiva na báze zeolitu z Nižného Hrabovca s obsahom klinoptilolitu do 40 % (ZEOMIX NPK) (Rimár et al., 2001) a do 50 % (KlinoFert NPK) ([www.zeocem.sk](http://www.zeocem.sk)). Sú to viaczložkové hnojivá obsahujúce hlavné živiny - dusík, fosfor, draslík, ako aj ďalšie biogénne prvky, a to síru, horčík, železo, vápnik, mangán, bór a molybdén. Hnojivo ZEOMIX NPK (vyvinuté a vyrábané v Chemku, a.s. Strážske), obsahuje 8,5 % dusíka, 6,3 % fosforu ako  $P_2O_5$ , 6,3 % draslíka ako  $K_2O$ , 11 % síry, 0,1 % bóru, 0,02 % molybdénu. Hnojivo KlinoFert - NPK (vyvinuté a vyrábané v Zeoceme, a.s. Bystré), obsahuje min. 6,0 % dusíka, min. 4,5 % fosforu ( $P_2O_5$ ), min. 7,5 % draslíka ( $K_2O$ ) a min. 10 % síry ( $SO_4^{2-}$ ).

Účinok zeolitického hnojiva bol sledovaný aj v oblasti lesných porastov pri sadení stromčekov borovice čiernej (*Pinus nigra*) a buka lesného (*Fagus silvatica*) na trvalé stanovište. KlinoFert NPK bol aplikovaný (dávkovaný) priamo do jamiek pri sadení. Na konci vegetačného obdobia bola hodnotená hrúbka kmeňa v koreňovom krčku a výška stromčekov. Hodnotenie bolo uskutočnené v priebehu 3 rokov po sebe. Jednorázová aplikácia KlinoFertu NPK podmienila vo všetkých troch rokoch vyššiu intenzitu hrubnutia kmeňa a väčší predlžovací rast. Po použití zeolitického hnojiva sadenice lesných stromčekov lepšie znášali presadzovací šok a rastový štart v rozhodujúcej etape 3 rokov po výsadbe bol rýchlejší.

Z výsledkov poľných pokusov po hnojení ZEOMIXOM NPK je možné stručne uviesť (Reháková et al., 2004; Rimár, 1998; Rimár et al., 2001):

- pri hnojení ozimnej pšenice v dávke  $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  sa v priebehu troch rokov stabilizovali úrody na úrovni  $4,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  s obsahom lepku 26 %,
- pri hnojení ozimnej repky v dávke  $400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  sa stabilizovala úroda semena repky v rozmedzí 3,0-3,5 t/ha. Pri hnojení jačmeňa jarného sladovníckeho s hnojením v dávke  $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  sa dosiahli dobré parametre sladovníckej kvality, predovšetkým obsah bielkovín do 11 %,
- pri hnojení porastov cukrovej repy v dávke 350 t/ha sa významne zvýšila cukrnatosť buliev repy v rozmedzí 16 až 18 %.

### Dynamika uvoľňovania živín zo zeolitických hnojív

Pre štúdium dynamiky uvoľňovania živín zo zeolitických hnojív bolo použité hnojivo ZEOMIX NPK. Obsah klinoptilolitu v hnojive ZEOMIX NPK je 20-40 %.

Pre porovnanie výsledkov štúdia dynamiky uvoľňovania živín zo zeolitického hnojiva bolo použité aj štandardné hnojivo NPK (pomer N:P:K= 15 %:15 %:15 %) vyrobené v priemyselnom podniku CHEMKO, a.s. Strážske.

Modelovou plodinou bol jačmeň jarný (*Hordeum vulgare*), pestovaný v pokusných nádobách s prídavkom zeolitického hnojiva ZEOMIX NPK v porovnaní so štandardným trojzložkovým hnojivom NPK.

Už v prvých štádiách rastu pri nádobových pokusoch sa prejavilo pomalšie a postupné uvoľňovanie živín zo zeolitického hnojiva v porovnaní so štandardným hnojivom NPK. Rastliny pestované v nádobách so štandardným hnojivom NPK (tab. 1) v prvých dňoch rástli rýchlejšie v porovnaní s nádobami s obsahom zeolitického hnojiva. Postupné uvoľňovanie živín zo zeolitického hnojiva potvrdilo nižšie hmotnosti biomasy nadzemnej časti, najmä v 1. etape rastu v porovnaní so štandardným hnojivom NPK. Obsah sušiny najmä v koreňoch bol však po použití zeolitického hnojiva vyšší. Podstatné je, že výsledná biomasa jačmeňa po zeolitickom hnojive má priaznivejší zberový (harvest) index (vyšší podiel zrna), čo dokumentuje pozitívny vplyv na lepšie usmernenie asimilátov do hospodárskeho orgánu.

V tabuľke 2 je uvedený obsah dusíka, fosforu a draslíka v rastlinách pestovaných so zeolitickým hnojivom a štandardným hnojivom NPK. Aj tieto údaje potvrdzujú postupné uvoľňovanie živín, najmä dusíka. Vo fáze klasenia bol pri hnojení zeolitickým hnojivom nižší obsah dusíka (5,6 %) v porovnaní s hnojením štandardným hnojivom NPK (8,9 %). Jačmeň vo fáze odnožovania s nižším obsahom dusíka netvorí zbytočne veľa odnoží, z ktorých by mnohé nevytvorili klas. Porast sa zbytočne neprehusťuje a nie je tak náchylný na hubovité choroby. Rozhodujúce je, že úroda jačmeňa po zeolitickom hnojení je vyššia.

Údaje v tabuľke 3 potvrdzujú rýchlejšie uvoľnenie najmä dusíka formy  $NO_3^-$ , fosforu, draslíka z hnojív NPK v porovnaní so zeolitickým hnojivom. To potvrdzujú aj predtým interpretované výsledky o nižších hmotnostiach biomasy testovacích rastlín jačmeňa po zeolitickom hnojive v prvých častiach vegetácie, keď sa tvoria vegetatívne orgány rastlín.

Tab. 1. Kvantita rastlinnej biomasy podľa fenofáz. Pestovaná plodina: jačmeň jarný (*Hordeum vulgare*). Vegetačný substrát: pôda z hornatej oblasti východného Slovenska.

Tab. 1. The quantity of plant biomass by phenophase. Crop grown: spring barley (*H. vulgare*). Vegetation substrate: soil from the mountainous regions of East Slovakia.

Hnojivo dávka [kg/ha]	Rastová fáza	Počet dní <sup>1</sup>	Zelená biomasa [g/5rastlín]		Obsah sušiny [%]		Suchá biomasa [g/5rastlín]		Celková biomasa sušiny [g/5rast.]
			nadz.č.	korene	nadz.č.	korene	nadz.č.	korene	
NPK 150	4 listy	20	3,20	1,54	17,0	17,0	0,54	0,26	0,80
	odnož. <sup>2</sup>	10	4,59	2,03	18,1	18,0	0,83	0,37	1,20
	stebel. <sup>3</sup>	12	6,89	2,19	18,0	18,3	1,24	0,40	1,64
	klasenie	9	9,78	2,63	17,3	16,8	1,70	0,44	2,14
Zeolitické hnojivo 150	4 listy	19	2,76	0,83	18,8	19,0	0,52	0,16	0,68
	odnož. <sup>2</sup>	10	5,38	1,50	15,9	16,3	0,86	0,24	1,10
	stebel. <sup>3</sup>	9	6,94	1,84	17,0	18,5	1,18	0,34	1,52
	klasenie	9	8,03	2,51	16,7	19,6	1,34	0,49	1,83

<sup>1</sup>Počet dní od sejby po zber, <sup>2</sup>odnož. = odnožovanie, <sup>3</sup>stebel. = steblovanie

Tab. 2. Obsah živín (N, P, K) rastlinnej biomasy podľa fenofáz. Pestovaná plodina: jačmeň jarný (*Hordeum vulgare*). Vegetačný substrát: pôda z hornatej oblasti východného Slovenska (Reháková et al. 2004).

Tab. 2. Nutrient content (N,P,K) in plant biomass by phenophase. Crop grown: spring barley (*H. vulgare*). Vegetation substrate: soil from the mountainous regions of East Slovakia (Reháková et al. 2004).

Hnojivo dávka [kg/ha]	Obsah [hmot. %]			
	Rastová fáza	N	P	K
NPK 150	4 listy	7,253	0,550	3,59
	odnožovanie	7,193	0,419	2,88
	steblovanie	8,022	0,449	2,58
	klasenie	8,931	0,279	1,78
Zeolitické hnojivo 150	4 listy	6,049	0,485	4,26
	odnožovanie	5,401	0,376	3,54
	steblovanie	5,388	0,305	3,75
	klasenie	5,605	0,263	3,42

Tab. 3. Obsah živín (N, P, K) v pôde podľa fenofáz. Pestovaná plodina: jačmeň jarný (*Hordeum vulgare*). Vegetačný substrát: pôda z hornatej oblasti východného Slovenska.

Tab. 3. Nutrient content (N,P,K) in soil by phenophase. Crop grown: spring barley (*H. vulgare*). Vegetation substrate: soil from the mountainous regions of East Slovakia.

Hnojivo dávka [kg/ha]	Obsah [mg/kg]				
	Rastová fáza	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	K
NPK 150	4 listy	692,1	698,8	769,9	223,13
	odnožovanie	705,5	698,3	813,3	198,23
	steblovanie	773,3	728,1	868,1	178,21
	klasenie	535,5	555,9	757,7	185,46
Zeolitické hnojivo 150	4 listy	859,5	289,6	392,6	130,80
	odnožovanie	785,5	241,1	438,6	126,56
	steblovanie	702,9	233,3	322,1	119,82
	klasenie	578,5	428,0	423,3	128,49

## Záver

Štúdium dynamiky uvoľňovania živín zo zeolitického hnojiva ZEOMIX NPK potvrdilo postupné uvoľňovanie živín v porovnaní so štandardným hnojivom NPK. Zeolitické hnojivá majú zaujímavé účinky na kvantitu a kvalitu úrody plodín, na pôdne prostredie a na niektoré zložky životného prostredia. Rastliny sú v dobrej kondícii a úspešnejšie odolávajú tlaku hubovitých patogénov. Pri prudkých dažďoch nedochádza náhlemu vyplaveniu zeolitického hnojiva do okolitých riečnych tokov alebo k znečisteniu spodných vôd.

*Pod'akovanie: Práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-51-035505 a grantovými projektmi VEGA 1/1385/04 a 1/1373/04.*

*Autori ďakujú Odboru managementu kvality CHEMZA, a.s., Strážske, Laboratóriu analytických metód za vyhotovenie analýz obsahu N, P, K v rastlinnom materiáli a v pôdach.*

### Literatúra-References

- Bagdasarov, V. R., Kazachenko, A. A., Rustambekov, M. K., Uspenskij, B. G., Kuznetsova, V. V., Efremov, E. N.: Prolonged-activity nitrogen-zeolite fertilizer. *Russ. 2004; RU 2222514 C2 20040127.*
- Colella, C.: Application of Natural Zeolites. *Handbook of Porous Solids 2, 1156-1189, 2002.*
- Chen, Y., Wang, L., Jiang, S., Yu, H. J.: Study on novel antibacterial polymer materials (I) preparation of zeolite antibacterial agents and antibacterial polymer composite and their antibacterial properties. *Journal of Polymer Materials 20(3), 279-284, 2003.*
- Kam, S. K., Kim, K. S., Ahn, B. J., Lee, M. G.: Adsorption and desorption of triadimefon by natural and synthetic zeolites. *Hwahak Konghak. 40(2), 265-273, 2002.*
- Li, Z.: Use of surfactant-modified zeolite as fertilizer carriers to control nitrate release. *Microporous and Mesoporous Materials 61(1-3), 181-188, 2003.*
- Matsumura, Y., Yoshokata, K., Kunisaki, S., Tsuchido, T.: Mode of bacterial action of silver zeolite and its comparison with that of silver nitrate. *Appl. Environ. Microbiol. 69(7), 4278-4281, 2003.*
- Mc Gilloway, R. L., Weaver, R. W., Ming, D. W., Gruener, J. E.: Nitrification in a zeoponic substrate. *Plant and soil 256, 371-378, 2003.*
- Munka, K., Gajdoš, L.: Overenie účinnosti filtračného média na báze chemicky modifikovaného prírodného zeolitu Klinipur-Mn pri úprave vody na modelovom zriadení v ÚV Kúty. *Výskumný ústav vodného hospodárstva. Bratislava 2004.*
- Pursell, T., Shirley, A. R. Jr., Cochran, K. D., Holt, T. G., Peeden, G. S., Pace, C. B., Miller, J. M.: Pesticide carrier. *PCT Int. Appl. 2003; WO 2003105582 A2 20031224.*
- Puschenreiter, M., Horak, O.: Slow-release zeolite-bound zinc and copper fertilizers affect cadmium concentration in wheat and spinach. *Communications in Soil Science and Plant Analysis. 34(1&2), 31-40, 2003.*
- Reháková, M., Čuvanová, S., Dzivák, M., Rimár, J., Gaval'ová, Z.: Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of the clinoptilolite type. *Current Opinion in Solid State & Material Science 8, 397-404, 2004.*
- Reháková, M., Čuvanová, S., Gaval'ová, Z., Rimár, J.: Využitie prírodného zeolitu typu klinoptilolitu v agrochémii a v poľnohospodárstve. *Chem. listy 97, 260-264, 2003.*
- Rimár, J., Gaval'ová, Z., Zeleňák, J.: Zvýšenie účinnosti kvapalného hnojiva DAM 390 v kvantite a kvalite úrody plodín *Výskumná správa. Chemko Strážske, 2001.*
- Rimár, J., Gaval'ová, Z., Zeleňák, J.: Efektívnosť hnojenia sóje fazuľovej. *Agrochémia 3, 23-25, 2001a.*
- Rimár, J., Gaval'ová, Z.: Využitie mravčanu vápenatého ako prísady do krmných zmesí, ale aj ako konzervačných prípravkov pre silážovanie objemových krmív. *Výskumná správa. Chemko Strážske, 2002.*
- Rimár, J.: Možnosti regulácie úrody jarného jačmeňa zeolitovými hnojivami. *Agrochémia 3, 14-16, 1998.*
- Skalická, M., Koreneková, B., Makóová, Z., Nad', P.: Vplyv aditív na vybrané produkčné ukazovatele hydiny. V. Dni výživy a veterinárnej dietiky. *Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie, Hrádok, 2002, 237-239.*
- Sopková, A., Bubanec, J.: Zeolitické materiály a ich morfológická charakterizácia. *Chemický priemysl 38, 11-17, 1988.*
- Sopková, A., Janoková, E.: An insecticide stabilised by natural zeolite. *J Therm Anal. 53, 477-485, 1998.*
- Šamajová, E.: Zeolites in tuffaceous rocks of the West Carpathians (Slovakia). In: Kalló S, Sherry HS, editors, Occurrence, Properties and Utilisation of Natural Zeolites. *Budapest Akadémiai 1988, 49-57.*
- Zeo agronomic technology. Feed additive. 2004; <http://www.zeoinc.com> Animal feeding. 1999; <http://www.atzeoliti.it/applications.htm>, Rotamin Feed Additive Reduction of the digestion system illnesses. 2004; <http://www.rotamadencilik.com/rotamin.html>
- ZEOCEM, a.s., Bystré, 2004: <http://www.zeocem.sk>.