

**Vliv hydroabsorbentů na vybrané biologické  
a biochemické charakteristiky půd a jejich praktické využití při rekultivaci  
antropogenních recentních substrátů**

The Effect of hydroabsorbent on Selected soil biological and biochemical  
characteristics and its possible use in revitalization

*Libor Rak*

*Magistrát města Hradec Králové*

**Abstrakt**

Limitujícím faktorem pro organismy v řadě oblastí světa je voda. S tím se můžeme setkat i u nás například na extrémně písčitéch stanovištích, rekultivovaných po těžbě štěrkopísku. Tento problém může být zmírněn při výsadbě vegetace aplikací hydrogelů – hydroabsorbentů. Jedním z nich je TerraCottem jako směs více než 20 složek, jako je např. hydroabsorbent, živiny, aktivátory růstu, všechny působící synergicky při růstu rostlin. Během tříletého sledování byl popsán pozitivní vliv aplikace TerraCottemu na půdní dýchání, rozklad celulózy a na aktivitu vybraných půdních enzymů (fosfatázy, dehydrogenáza, proteáza a ureáza). Tyto charakteristiky jsou v úzkém vztahu k dalším půdním vlastnostem, jejichž změny jsou po aplikaci hydroabsorbentů popisovány ve vědecké literatuře.

**Klíčová slova:** půda, hydrogel, biologické a biochemické vlastnosti, enzymy, produkce CO<sub>2</sub>, rozklad celulózy

**Abstract**

A limiting factor in large areas in the world is water. This problem can also be met with at sites after gravel and sand mining where following recultivation the soil might suffer from a lack of water, organic matter and nutrients. This problem can be solved during revegetation by the addition of hydrogels – hydroabsorbents. One of the hydroabsorbents is a TerraCottem as a mixture of more than twenty components as hydroabsorbent, nutritive, root growing activators, carrier material, all assisting the plant growth processes in a synergic way. During three years of research statistical differences were described between plots with hydroabsorbent application and the control in all the studied parameters: CO<sub>2</sub> production, cellulose decomposition and choosen enzymes activities (phosphatase, dehydrogenase, protease and urease). These studied soil biological and biochemical parameters are connected

with other soil properties which were influenced by hydroabsorbent application and previously described in the scientific literature.

**Keywords:** soil, hydrogel, biological and biochemical properties, enzymes, CO<sub>2</sub> production, cellulose decomposition

## Úvod

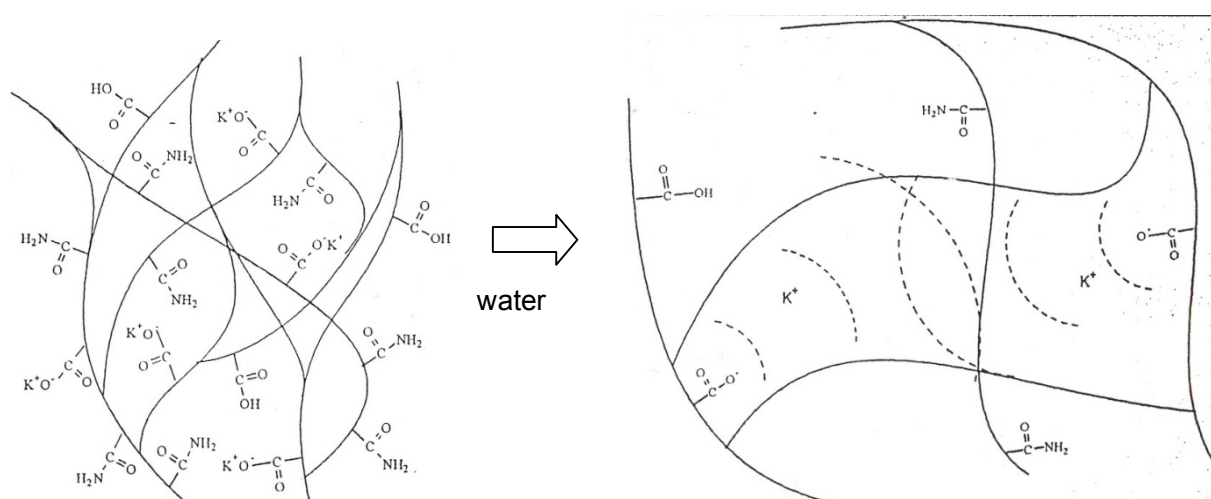
Limitujícím faktorem růstu rostlin na velkých plochách je voda. Otázka týkající se pouštních oblastí je velmi diskutovaným problémem, protože až 60% zemědělské půdy v oblastech světa s nízkou vlhkostí je ovlivněno pouštěmi. (Šarapatka, Dlapa, Bedrna, 2002). S tímto problémem se také můžeme setkat v místech bývalých hnědouhelných dolů, skládek odpadů i v místech po vytěžení štěrku a písku, kde není dostatek přirozené půdy. Substráty používané pro rekultivaci lze ve většině případů charakterizovat jako antrozemě se špatnými fyzikálně chemickými vlastnostmi. Takovéto substráty trpí nedostatkem vody, organickými látkami a živinami. Ve světě se hledají způsoby jak tuto otázku vyřešit. Jak zachytit a hlavně nakumulovat v půdě dostatek vody. Tým vědců z Univerzity Ghentu v Belgii pod vedením Prof. Dr. Willema Van Cotthema vyvinul hydroabsorbční látku – hydrogel, která dokáže v půdě zachytit dostatek vody a vytvořit prostředí pro biologickou aktivitu půdy a růst rostlin. Využití hydroabsorbentů na sebe vzalo roli kompostu a jílu a zlepšilo půdní vlastnosti umožňující vznik vegetace v těchto oblastech. V jiho-západní oblasti Sahary ve státě Burkina Faso se pomocí hydroabsorbentu TERRACOTTEM podařilo založit několik oáz.

Výzkum a poloprovozní pokusy začaly v polovině 80- tých let. Od devadesátých let se použití hydroabsorbentů rozšířilo k zakládání zeleně v neúrodných oblastech Afriky a Austrálie. Zde se začaly využívat k sázení semenáček stromů, výrazně snížily mortalitu stromů (Specht, Harvey-Jones, 2000; save et al., 1995) kde mohou pomoci snížit erozi a tak snížit ztráty živin a sedimentu v senzitivním okolním prostředí a absorbovat živiny pro pomalé uvolnění (Peterson, 2002).

Využití hydrogelů se časem stane důležitým, zejména v místech se sníženou dodávkou vody (skládky odpadů, písáky, odvaly dolů atd.). Běžně se používají tři druhy hydrogelů, které jsou klasifikovány jako přirozené polymery, semipolymery (Mikkelsen, 1994). Přirozené polymery jsou polysacharidy na bázi škrobu odvozené od plodin. Semisyntetické polymery jsou odvozeny od celulózy a dále se spojují s formami petrochemických a nakonec syntetických hydrogelů.

Jedním z hydroabsorbentů je TERRACOTTEM, což je směs více než dvaceti komponentů pomáhajících procesu růstu rostlin synergickým způsobem (Dewer, Ottevaere, 2003). Po letech zkoušek a výzkumu Prof. Dr. Willem Van Cotthem a jeho tým z Univerzity v Ghentu vyvinul produkt, nazývaný TERRACOTTEM. Tento hydroabsorbent obsahuje směs různých organických hydroabsorbčních polymerů jako komponentů absorbujících a uchovávajících dešťovou vodu nebo vodu získanou závlahou, která je za normálních okolností ztracena (suchá forma před nabobtnáním a částice gelu po nabobtnání je vidět na obr. 1) a kromě toho absorbuje organické a minerální živiny zvyšující ekologické a efektivní využití hnojiv. TERRACOTTEM také obsahuje rozpustná a pomalu se uvolňující minerální hnojiva, syntetická organická hnojiva, prekurzory fytohormonů – aktivátory růstu kořenového systému a nosné materiály.

Obr. 1 Princip absorpce – granule před nabobtnáním a gelové částice po nabobtnání



Bylo ověřeno, že hydroabsorbenty mohou hrát důležitou roli v klíčivosti vzhledem k rostoucímu obsahu vody, a to zejména v suchých a polosuchých oblastech (Woodhouse, Johnson, 1991). Odel et al (1992) při aplikaci hydrogelu zjistil, že rajčatová semena reagovala rychlejší klíčivostí. Výzkumy prováděné v Sudánu (Calaghan et al., 1988) ukazují, že aplikované hydrogely značnou měrou zvýšily možnost přežití klíčících stromů. Některé výzkumné studie také popisují, že hydrogely mohou potenciálně poškodit semena dodáváním přílišného množství vody (Barter, Waters, 1986). Rovněž transpirace rostlin může být ovlivněna využitím hydrogelů, protože potenciálně zvyšují obsah vody v půdním substrátu. Specht and

Harvey – Jones (2000) popsali celkovou absorpci vody a vzrůst somatické aktivity ve studovaných rostlinách. Při půdních pokusech se zjistila velmi zajímavá vlastnost hydrogelů a to, že snižují negativní účinek solí v matečné půdě.

Další prováděné výzkumy se týkaly produkce a přežití rostlin. Po zasazení stromů – eukalyptů do písčité půdy, bez zavlažování, se procento ujmutečných stromů zvýšila na dvojnásobek oproti kontrole tj. výsadbě bez hydrogelu (Callaghan et. al., 1989). Hydrogely prodlužují dobu využití půdní vody rostlinami i tam kde aplikovaná závlaha byla přerušena (Hutterman et. al. 1989). Aplikace hydrogelů do písčité půdy při pěstování zeleniny (rajčata, salát, ředkvičky) a obilniny (pšenice) zvýšila obsah sušiny a prodloužila dobu od ukončení závlahy po tzv. bod vadnutí (Anderson, Hensley, 1986; Johnson and Leah, 1990). Salaš (2002) popsal také využití hydroabsorbentů (hydrogelů) v substrátech pro okrasné druhy dřevin. V Belgii (Denewer a Otevaere, 2003) se zabývali účinkem hydrogelu TerraCottem na růst okrasných rostlin v experimentální stanici pro okrasné rostliny. Aplikace tohoto hydroabsorbentu pozitivně ovlivnila efektivní využití vody v celkové hmotnosti biomasy i její váhy v sušině. Salaš (2001) poukázal, že hydroabsorbenty zcela nenahradí systém zavlažování, ale hydroabsorbenty jsou velmi účinným nástrojem limitující stres rostlin, díky příznivější vyrovnané vodní bilanci.

Cílem naší výzkumné práce bylo zjistit účinek hydroabsorbentu TerraCottem na biologické a biochemické vlastnosti půdy. Ve vědecké literatuře existují údaje týkající se účinku aplikace hydrogelu na objemovou vodní kapacitu půdy (Hutterman et. al. 1999), perkolaci vody (Rubio et. al. , 1989), pokles eroze půdy (Zhang, Miller, 1996; Lentz, Sojka, 1994), snížení celkové hustoty půdy, ale i rozpínání půdy (AL-Harbi et. al. 1999), snížení slanosti půdy (Mali ket. al., 1991) a tlumící efekt pH. Ve srovnání s údaji o účincích hydroabsorbentu na produkci rostlin, je málo údajů o účincích aplikace hydroabsorbentů na biologické a biomechanické vlastnosti půdy.

## **Materiál a metody**

Účelem našeho výzkumu bylo vysvětlit vliv aplikace hydroabsorbentů (hydrogelů) na biologické a biochemické vlastnosti půdy. Výzkum byl prováděn v katastru obce Písek (okres Hradec Králové), kde byl založen na malé parcele výzkum s jetelotravní směskou, s dávkou hydroabsorbentu (150g na čtvereční metr) oproti kontrole bez aplikace hydroabsorbentu. Z hlediska pedologického se jednalo o antrozem – umělý antropogenní substrát vytvořený při rekultivaci bývalého dobývacího prostoru štěrkopísku.

Použité biologické a biochemické metody rozboru půdy:

#### Aktivita fosfatázy

Byla použita metoda Tabai a Bremmer (1969) s aplikací p-Nitrofenyl fosfátu jako substrátu pro určení její aktivity. Stanovení p-Nitrofenylu bylo provedeno spektrofotometricky po inkubaci.

#### Aktivita dehydrogenázy

Vzorky půdy byly rozpuštěny v roztoku chloridu trifényltetrazolia a inkubovány. Vyrobený formazan byl extrahován a měřen fotometricky (Ross, 1970).

#### Aktivita protézy

Byla použita metoda popsána Ladem a Butterem (1972) s aplikací kaseinu jako substrátu pro určení jeho aktivity. Aromatické kyseliny s fenolem jako regentem, po reakci v alkalickém mediu tvoří modré komplexy, které byly určeny spektrofotometricky.

#### Aktivita ureázy

Půdní vzorky byly inkubovány s roztokem ureázy jako substrátu s objemovým určením volného čpavku (Tabatabai, Bremmer 1972)

#### Intenzita rozpadu modelu celulózy

Intenzita rozpadu celulózy byla určena dle rozdílu hmoty vzorku celulózy před a po aplikaci vzorku do půdy.

#### Výdej CO<sub>2</sub> z půdy v přirozených podmínkách

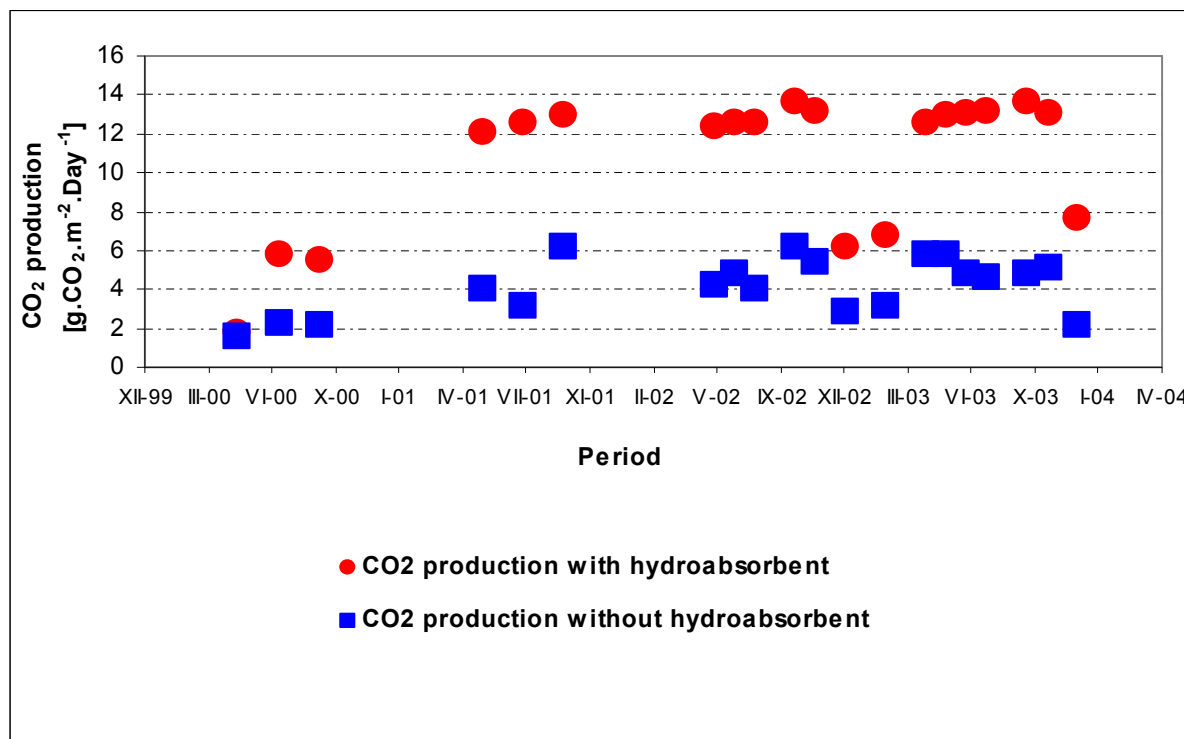
Výdej CO<sub>2</sub> z půdy je absorbován granulemi NATROCALCIDU. Z rozdílu hmotnosti před a po několika dnech styku s půdou je možné spočítat množství vydaného CO<sub>2</sub> z půdy.

### **Výsledky**

Vyhodnocení biologických a biochemických vlastností vybraných vzorků půdy bylo založeno na předpokladu, že aplikace hydroabsorbentu TerraCottem do extrémně písčité půdy po rekultivaci dobývacího prostoru štěrkopísku, má vliv nejen na zvýšení objemové vlhkosti písčité půdy a tím zadržetí a poskytnutí vody a výživy, ale má také příznivý účinek na růst rostlin a další příznivé účinky popsány již v úvodu. Kromě toho také zlepšuje biologickou aktivitu půdy.

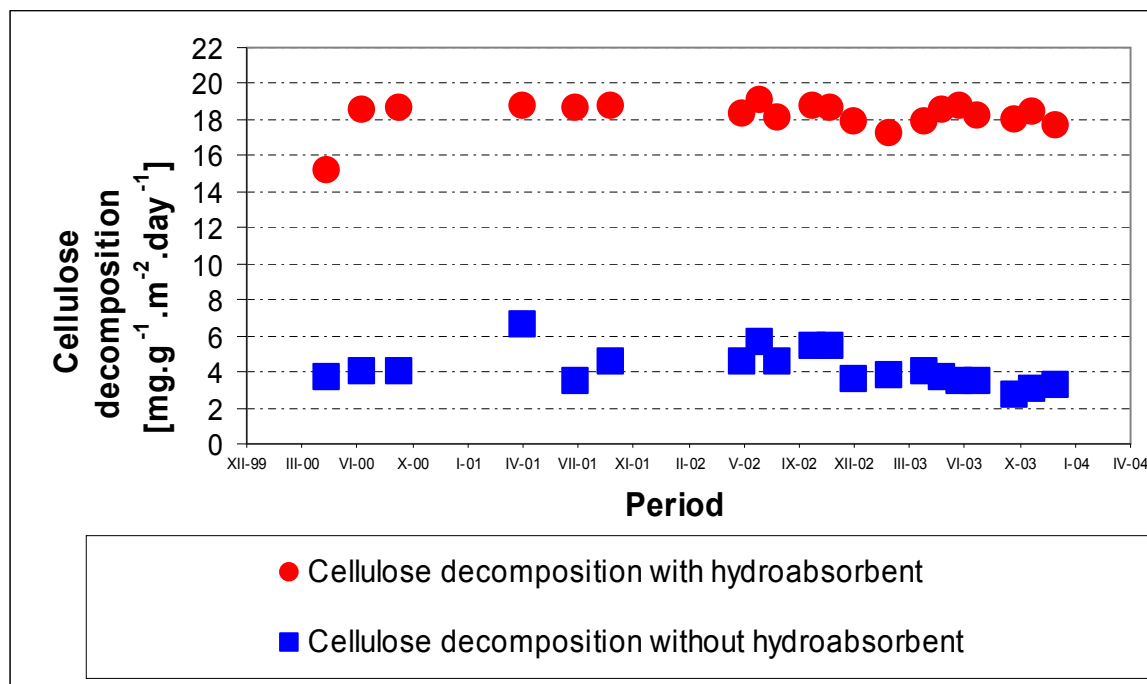
## Diskuze

Za více jak tři roky výzkumu byly popsány statistické rozdíly mezi plochami s aplikací hydroabsorbentu při vyhodnocení všech sledovaných parametrů. Výsledky produkce CO<sub>2</sub> a rozpadu celulózy jsou popsány v obr. 2 a 3. Rozdíly v aktivitě enzymů jsou zobrazeny v obr. 4.

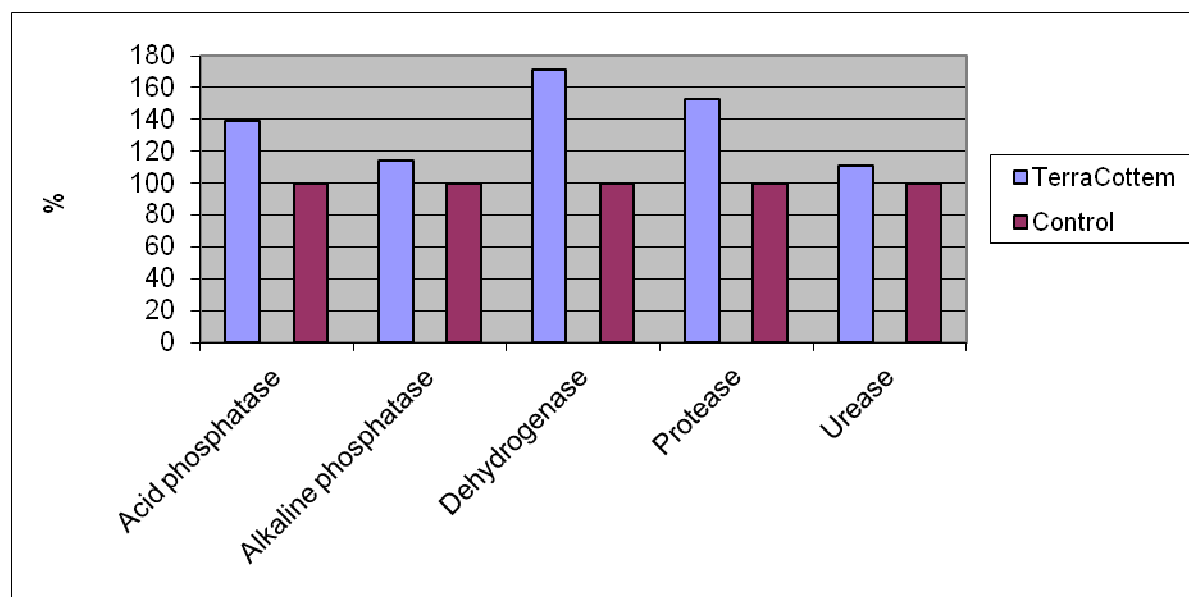


Obr. 2 Produkce CO<sub>2</sub> z půdy

Sledované biologické a biochemické parametry půdy jsou spojeny i s jinými vlastnostmi půdy. Půdní mikroorganismy mohou být senzitivní biologické znaky a mohou se použít k určení narušené půdy nebo k určení snížení kvality, nebo na druhé straně k určení zdravé kvalitní půdy. Tyto parametry jsou ovlivněny mnoha faktory, například vlhkostí půdy, teplotou, pH, kvalitou i kvantitou organických látek, přítomností inhibitorů aj.



Obr. 3 Rozpad celulózy



Obr. 4 Rozdíly v aktivitě enzymů ve variantách s TerraCottemem a bez TerraCottemu

Naopak aktivita enzymů je velmi dobrý index kvality půdy nebo změn, protože je úzce spjata s důležitými parametry kvality půdy a může se změnit mnohem dříve než jiné vlastnosti – parametry (Dick et. al. 1996). Sledované biologické a biochemické parametry půdy pozitivně ovlivňují změny fyzikálních a chemických vlastností půdy, například přidáváním hydroabsorbentu do písčitých půd se může změnit objemová vodní kapacita půdy nebo (Hekalka, Letey, 1988) snížit negativní účinek ztráty živin, které jsou pro růst rostlin momentálně k dispozici. Biologické vlastnosti půdy nepřímo ovlivňují klíčivost a velikost růstu (Henderson 1986; Johnson, Leah, 1990; Denever, Ottevaere, 2003 a jiní). Organické látky v půdě jsou jedním z důležitých faktorů aktivity enzymů v půdě (Šarapatka, 2003 a jiní). Produkce jetelotravní směsky v našem experimentu byla také vyšší na plochách s aplikací hydroabsorbentu. Nicméně toto není téma tohoto pojednání.

### **Závěr**

Hydroabsorbenty, jak již bylo dokumentováno, jsou bezesporu velkým přínosem pro kvalitu půdních podmínek. Ve vědecké literatuře byly uvedeny pozitivní účinky, které hydroabsorbenty mají na snížení eroze půdy a snížení ztráty živin v senzitivním prostředí. Hydroabsorbenty se používají s úspěchem ve skleníkovém hospodářství a v kontejnerové produkci v zahradnictví, v ekologických projektech pro zlepšení půdních podmínek v suchých oblastech světa apod. Na základě našeho výzkumu se v našich podmínkách mohou hydroabsorbenty použít při rekultivacích v místech s horšenými vlastnostmi půdy (např. při rekultivacích dobývacích prostorů, dolů a výsypek) kde dochází k obtížné biologické rekultivaci vzhledem k extrémním charakteristikám půdy, nedostatku vody, organických látek, výživy, kde dochází k těžké ujmoutelnosti vysazeného materiálu a následně k velkým ekonomickým ztrátám. Výzkumné práce s aplikací hydroabsorbentu vyžadují také studie o trvání jejich účinku na půdu a rostliny. Jejich využití v zemědělství a zahradnictví mimo jiné vyžaduje podrobné ekonomické zhodnocení a stanovení konečných produktů výpočtem.

### **Literatura**

Al – Harbi, A.R., Al – Omran, A.M., Shalalay, A. A., Choudhary, M.I.,

1999: Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in greenhouse experiments. HortScience 34 (2), p. 223 – 224.

Baxter, L., Waters, L., Jr., 1986: Effect of a hydrophilic polymer seed coating on



- the imbibition, respiration, and germination of sweet corn at four matric potentials. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 111 (4), p. 517 - 520.
- Callaghan, T.V., Abdelnour, H., Lindley, D.K., 1988: The environmental crisis in the Sudan: the effect of water-absorbing synthetic polymers on tree germination and early survival. *Journal of Arid Environments* 14, p. 301 – 317.
- Callaghan, T.V., Lindley, D.K., Ali, O.M., Abd El Nour, H., Bacon, P.J., 1989: The effects of water-absorbing synthetic polymers on the stomatal conductance, growth and survival of transplanted *Eucalyptus microtheca* seedlings in the Sudan. *Journal of Applied Ecology* 26, p. 663 – 672.
- Deweever, F., Ottevaere, D., 2003: TerraCottem in Growing Media. *Proceedings of the International Peat Symposium in Horticulture. Additives in Growth Media*, Amsterdam, p. 39 – 47.
- Dick, R.P., Breakwell, D.P., Turco, R.F., 1996: Soil enzyme activities and biodiversity measurements as integrative microbiological indicators. In: Doran, J. W., Jones, A. J.: *Methods for assessing soil quality*. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wi, p. 247 – 272.
- El Sayed, H., Kirkwood, R.C., Graham, N. B., 1991: The effects of hydrogel polymer on the growth of certain horticultural crops under saline conditions. *Journal of Experimental Botany* 42 (240), p. 891 – 899.
- Helalia, A., Letey, J., 1988: Cationic polymer effects on infiltration rates with a rainfall simulator. *Soil Science Society of America Journal* 52, p. 247 – 250.
- Henderson, J.C., Hensley D.L., 1986: Efficacy of a hydrophilic gel as a transplant aid. *HortScience* 21 (4), p. 991 – 992.
- Huttermann, A., Zommodi, M., Reise, K., 1999: Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. *Soil and Tillage Research* 50, p. 295 – 304.
- Johnson, C.R., Hummel, R.L., 1985: Hydrophilic polymers as a carrier for VA mycorrhizal inoculum. *Journal of Environmental Horticulture* 3 (4), p. 166 – 168.
- Johnson, M.S., Leah, R.T., 1990: Effects of superabsorbent polyacrylamides on efficiency of water use by crop seedlings. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 52, p. 431 – 434.

- Kohls, S.J., Baker, D.D., Kremer, D.A., Dawson, J.O., 1999: Water-retentive polymers increase nodulation of actinorhizal plants inoculated with *Frankia*. *Plant and Soil* 214, p. 105 – 115.
- Ladd, J.N., Butler, J. H. A., 1972: Short term assay of soil proteolytic enzyme activities using proteins and dipeptide derivatives as substrates. *Soil Biol. Biochem.* 4, p. 19 – 39.
- Lentz, R.D., Sojka, R.E., 1994: Field results using polyacrylamide to manage furrow erosion and infiltration. *Soil Science* 158 (4), p. 274 – 282.
- Malik, M., Letey, J., 1991: Adsorption of polyacrylamide and polysaccharide polymers in soil materials. *Soil Science of America Journal* 55, p. 380 – 383.
- Mikkelsen, R.L., 1994: Using hydrophilic polymers to control nutrient release. *Fertilizer Research* 38, p. 53 – 59.
- Odell, G.B., Cantliffe, D.J., Bryan, H. H., Stoffella, P.J., 1992: Stand establishment of fresh-market tomatoes sown at high temperatures. *HortScience* 27(7), p. 793 – 795.
- Peterson, D., 2002: Hydrophilic polymers – effects and uses in the landscape. *Restoration and Reclamation Review*, University of Minnesota, St. Paul, Minnesota, 16 pp.
- Ross, D.J., 1970: Effects of storage on dehydrogenase activities of soils. *Soil Biol. Biochem.* 2, p. 55 – 61.
- Rubio, H.O., Wood, M.K., Cardenas, M., Buchanan, B.A., 1989: Effect of polyacrylamide on seedling emergence of three grass species. *Soil Science* 148 (5), p. 355 – 360.
- Salaš, P., 2001: Perspective possibilities limiting plant stress in the field of planting and maintenance of green. *Proceedings of 9th International Conference of Horticulture, Lednice, Vol. 3*, p. 595 – 600.
- Salaš, P., 2002: New technologies and improvement of nursery stock quality. *Hort. Sci. (Prague)* 29(4), p. 153 – 160.
- Save, R., Pery, M., Marfa, O., Serrano, L., 1995: The effect of hydrophilic polymer on plant and water status and survival of pine seedlings. *HortTechnology* 5(2), p. 141 – 143.
- Specht, A., Harvey-Jones, J., 2000: Improving water delivery to the roots of recently transplanted seedling trees: the use of hydrogels to reduce leaf loss

and hasten root establishment. *Forest Research* 1, p. 117 - 123.

Šarapatka, B., Dlapa, P., Bedrna, Z., 2002: Soil quality and degradation  
(in Czech), VUP Olomouc, 246 pp.

Šarapatka, B. 2003: Phosphatase activities (ACP, ALP) in agroecosystem soils.  
*Acta Universitatis Agriculturae Sueciae - Agraria* 396, 61 pp. + app.

Tabatabai, M.A., Bremner, J.M., 1969: Use of p-nitrophenylphosphate for assay  
of soil phosphatase activity. *Soil Biol. Biochem.* 1, p. 301 – 307.

Tabatabai, M.A., Bremner, J.M., 1972: Assay of urease activity in soils. *Soil Biol.  
Biochem.* 4, p. 479 – 487.

Woodhouse, J.M., Johnson, M.S., 1991: The effect of gel-forming polymers  
on seed germination and establishment. *Journal of Arid Environments* 20,  
p. 375 – 380.

Zhang, X.C., Miller, W.P., 1996: Polyacrylamide effect on infiltration and erosion  
in furrows. *Soil Science Society of America Journal* 60, p. 866 – 872.

### **Poděkování:**

Projekt vznikl za spolupráce katedry ekologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého  
Olomouc

### **Kontakt**

Ing. Libor Rak

Magistrát města Hradec Králové, odbor životního prostředí

ČSA 408, 500 02 Hradec Králové

731 131 150, [libor.rak@mmhk.cz](mailto:libor.rak@mmhk.cz)