

**Živá půda:  
biologie, ekologie,  
využívání a degradace půdy**

Miloslav Šimek a kolektiv



## KATALOGIZACE V KNIZE - NÁRODNÍ KNIHOVNA ČR

Šimek, Miloslav, 1956-

Živá půda: biologie, ekologie, využívání a degradace půdy / Miloslav Šimek a kolektiv. – Vydání první. – Praha : Academia, 2019. – 2 svazky (789 stran). – (Strategie AV21. Špičkový výzkum ve veřejném zájmu)  
Obsahuje bibliografie a rejstřík

ISBN 978-80-200-2976-8 (vázáno)

\* 631.4 \* 631.46 \* 574:631.4 \* 631.472.5 \* 631.41 \* 332.3 \* 632.125 \* 504:631.4 \* (048.8:082)

- půda
- půdní biologie
- ekologie půdy
- půdní organismy
- humus
- vlastnosti půdy
- využití půdy
- poškození půdy
- kolektivní monografie

631 - Zemědělství. Pedologie. Agrotechnika. Agroekologie [24]

# Obsah

Seznam zkratk, jednotek a symbolů .....	10
Předmluva ( <i>Miloslav Šimek</i> ) .....	12
Seznam autorů .....	15

## Část I Živá půda: Biologie půdy

<b>1 Rozmanitost života</b> .....	21
<i>Miloslav Šimek, Pavel Šimek</i>	
1.1 Původ a rozvoj života na Zemi .....	21
1.2 Rozdělení a klasifikace organismů .....	25
1.3 Literatura .....	28
<b>2 Půdní organismy</b> .....	29
<i>Miloslav Šimek, Petr Baldrian, Michala Bryndová, Miloslav Devetter, Dana Elhottová, Ladislav Háněl, Alica Chroňáková, Jan Kopecký, Anna Koubová, Lubomír Kováč, Martina Kyselková, Alena Lukešová, Markéta Marečková, Václav Pižl, Jiří Schlaghamerský, Josef Starý, Karel Tajovský, Emil Tkadlec, Ivan Hadrián Tuf, Jiří Tůma</i>	
2.1 Bohatost života v půdě .....	29
2.2 Nebuněčné organismy .....	40
2.3 Bakterie (Bacteria) .....	44
2.4 Archea (Archaea) .....	60
2.5 Houby (Fungi) .....	72
2.6 Řasy a sinice (Algae; Cyanobacteria) .....	79
2.7 Prvoci (Protozoa) .....	98
2.8 Hlístice (Nematoda) .....	103
2.9 Vířníci (Rotifera, syn. Rotatoria) .....	112
2.10 Želvušky (Tardigrada) .....	116
2.11 Kroužkovci (Annelida) .....	120
2.12 Roztoči (Acari) .....	134
2.13 Chvostokoci (Collembola) .....	143
2.14 Suchozemští stejnonožci (Oniscidea) .....	155
2.15 Mnohonožky (Diplopoda) .....	164
2.16 Mravenci (Formicidae) .....	175
2.17 Termiti (Isoptera) .....	187

2.18	Ostatní vybrané skupiny půdních živočichů .....	194
2.19	Extracelulární enzymy .....	205
2.20	Literatura .....	211
<b>3</b>	<b>Fyziologie půdních organismů .....</b>	<b>221</b>
	<i>Vladimír Šustr, Jaroslav Hynšt, Alica Chroňáková, Miloslav Šimek, Ondřej Uhlík</i>	
3.1	Metabolismus .....	221
3.2	Klasifikace základních typů energetického metabolismu .....	224
3.3	Anabolismus .....	239
3.4	Regulace metabolismu .....	240
3.5	Vliv faktorů na přežití a aktivity půdních organismů (ekofyziologie) .....	244
3.6	Literatura .....	256
<b>Část II Živá půda: Ekologie, využívání a degradace půdy</b>		
<b>4</b>	<b>Vznik, vývoj, funkce, klasifikace a geografie půd .....</b>	<b>267</b>
	<i>Lenka Pavlů, Luboš Borůvka, Veronika Jílková, Vít Penížek, Miloslav Šimek, Tereza Zádorová</i>	
4.1	Půda jako součást prostředí .....	267
4.2	Funkce a ekosystémové služby půdy .....	272
4.3	Vznik a vývoj půdy .....	279
4.4	Vývoj půd v různých podmínkách .....	301
4.5	Klasifikace půd .....	303
4.6	Geografie půd .....	316
4.7	Literatura .....	323
<b>5</b>	<b>Fyzikální vlastnosti půdy .....</b>	<b>326</b>
	<i>Miloslav Šimek, Luboš Borůvka</i>	
5.1	Textura půdy .....	326
5.2	Struktura a pórovitost půdy .....	329
5.3	Barva půdy .....	335
5.4	Teplota půdy .....	337
5.5	Technologické vlastnosti půdy .....	341
5.6	Literatura .....	342

<b>6</b>	<b>Chemické vlastnosti půdy</b> .....	343
	<i>Václav Tejnecký, Luboš Borůvka, Ondřej Drábek, Miloslav Šimek</i>	
6.1	Elementární a minerální složení půdy .....	343
6.2	Půdní reakce .....	353
6.3	Půdní koloidy .....	359
6.4	Půdní sorpční komplex .....	361
6.5	Oxidačně-redukční reakce, redox potenciál .....	370
6.6	Stanovení fyzikálně-chemických vlastností půdy .....	374
6.7	Literatura .....	376
<b>7</b>	<b>Půdní organická hmota</b> .....	378
	<i>Miloslav Šimek, Luboš Borůvka, Dana Elhottová, Jakub Houška, Veronika Jílková, Stanislav Malý, Lenka Pavlů</i>	
7.1	Původ organické hmoty v půdě .....	378
7.2	Uhlík – ústřední prvek biomasy .....	382
7.3	Obsah uhlíku a organické hmoty v půdě .....	387
7.4	Rozklad organických látek .....	395
7.5	Formy nadložního humusu lesních půd .....	410
7.6	Cyklus uhlíku v suchozemském ekosystému .....	415
7.7	Literatura .....	420
<b>8</b>	<b>Půdní voda a půdní roztok</b> .....	423
	<i>Miloslav Šimek, Luboš Borůvka</i>	
8.1	Vlastnosti vody .....	423
8.2	Obsah vody v půdě, půdní hydrolimity .....	426
8.3	Koncepce vodního potenciálu .....	428
8.4	Zdroje a pohyb vody v půdě .....	432
8.5	Kategorie půdní vody .....	439
8.6	Rozpusťnost minerálů a složení půdního roztoku .....	440
8.7	Literatura .....	447
<b>9</b>	<b>Půdní vzduch</b> .....	448
	<i>Miloslav Šimek, Jaroslav Hynšt</i>	
9.1	Obsah vzduchu v půdě .....	448
9.2	Složení půdního vzduchu .....	449
9.3	Rozpusťnost plynů v kapalinách .....	458

9.4	Půdní vzduch a půdní organismy a procesy . . . . .	461
9.5	Pohyb plynů v půdním prostředí a emise z půdy . . . . .	462
9.6	Literatura . . . . .	468
<b>10</b>	<b>Funkční organizace půdy . . . . .</b>	<b>469</b>
	<i>Miloslav Šimek, Michala Bryndová, Dana Elhottová, Veronika Jilková, Alena Lukešová, Martina Kyselková, Václav Pižl, Karel Tajovský, Jiří Tůma, Miroslav Vosátka</i>	
10.1	Struktura půdního prostředí, biodiverzita a interakce v půdě . . . . .	469
10.2	Fotosféra . . . . .	487
10.3	Detritosféra . . . . .	495
10.4	Rhizosféra . . . . .	506
10.5	Mykorhizosféra . . . . .	514
10.6	Drilosféra . . . . .	520
10.7	Porosféra . . . . .	522
10.8	Agregátosféra . . . . .	526
10.9	Termitosféra a myrmekosféra . . . . .	529
10.10	Mikrostruktura a ultrastruktura půdy . . . . .	534
10.11	Literatura . . . . .	538
<b>11</b>	<b>Anorganické živiny a jejich transformace . . . . .</b>	<b>543</b>
	<i>Miloslav Šimek, Jaroslav Hynšt</i>	
11.1	Přeměny látek a cykly prvků . . . . .	543
11.2	Dusík . . . . .	548
11.3	Fosfor . . . . .	580
11.4	Draslík . . . . .	590
11.5	Síra . . . . .	595
11.6	Vápník a hořčík . . . . .	607
11.7	Železo a mangan . . . . .	609
11.8	Literatura . . . . .	616
<b>12</b>	<b>Stav půdy . . . . .</b>	<b>619</b>
	<i>Miloslav Šimek, Jana Macková, Stanislav Malý, Jan Moudrý</i>	
12.1	Výměra půdy . . . . .	619
12.2	Kvalita půdy a degradace půdy . . . . .	621
12.3	Stanovení kvality a zdraví půdy . . . . .	640
12.4	Literatura . . . . .	646

<b>13 Využití a degradace půdy</b> .....	649
<i>Miloslav Šimek, Luboš Borůvka, Dana Elhottová, Jakub Houška, Petr Konvalina, Marek Kopecký, Jana Macková, Jan Moudrý, Lenka Pavlů, Eva Semančíková, Pavel Šimek, Ondřej Uhlík</i>	
13.1 Půda jako součást krajiny i sídel .....	649
13.2 Využití půdy v zemědělství a lesnictví .....	660
13.3 Zpracování půdy a fyzikální degradace půdy .....	673
13.4 Výživa a ochrana plodin, polutanty, změny pH a chemická degradace půdy .....	687
13.5 Biologická degradace půdy .....	727
13.6 Eroze půdy .....	734
13.7 Remediace půdy .....	741
13.8 Alternativní technologie hospodaření .....	754
13.9 Literatura .....	764
 <b>Rejstřík</b> .....	 769
<i>Anna Koubová, Miloslav Šimek</i>	

Kniha *Živá půda* nevznikla najednou a rychle na nějaký jednorázový popud. Autoři v ní zúročili často celožitovní nebo dlouhodobé zkušenosti, které nasbírali při vědecké práci, výuce i popularizačních aktivitách ve svých oborech či specializacích. Určitým způsobem se na knize podílejí i další „autoři“, především naši kolegové a spolupracovníci, kteří sice nejsou jmenovitě uvedeni, ale nezanedbatelným dílem jim alespoň nepřímou a zprostředkovaně autorství též náleží. Vědecká a odborná práce je dnes skutečně týmová, probíhá v dialogu, ve spolupráci vědců s techniky i spolupracovníky z praxe, je umožněna nákladným přístrojovým a laboratorním vybavením, je závislá na složité logistice a managementu, a o to vše se musí někdo postarat. Připomenutí a poděkování i za vytváření inspirativního prostředí zaslouží například prof. Hana Šantrůčková, nedávno zesnulý prof. Klement Rejšek, prof. Jiří Kulhavý, dr. Jaroslav Staňa, dr. Josef Chalupský, ing. Václav Křišťůfek, mnozí naši bývalí i současní studenti a další kolegové a spolupracovníci. Druhou skupinou „autorů“ knihy *Živá půda*, již také nechceme opomenout, jsou naši předchůdci a učitelé. V této souvislosti chci a musím na prvním místě jmenovat profesora Josefa Ruska, nestora naší půdní biologie. Byl to on, kdo před čtyřiceti roky dostal příležitost budovat vědecké pracoviště půdní biologie v rámci vznikajícího vědeckého centra Akademie věd v Českých Budějovicích, pracoviště integrující půdní mikrobiologii, zoologii a vědy o neživé složce půdy. Tento proces vedl ke vzniku Ústavu půdní biologie, momentálně začleněného do Biologického centra AV ČR. Na rozvoji vznikajícího pracoviště a na výchově mladých adeptů vědy se podíleli i další zkušení odborníci, např. prof. Marta Tesařová, dr. Blanka Úlehlová a doc. František Kunc. Podobně zásadním způsobem ovlivnili výchovu pedologů na České zemědělské univerzitě v Praze prof. Jan Němeček, doc. Miloš Valla nebo prof. Josef Kozák, přední odborníci mezinárodního věhlasu. Bez nich a bez mnoha dalších kolegů, jež není možné všechny jmenovat, by nevyrostla současná garnitura odborníků, kteří měli ten smělý nápad sestavit aktuální příručku o půdě a jejích organismech *Živou půdu*. Všichni autoři měli snahu co nejlépe čtenáři přiblížit to hlavní a podstatné ze své specializace a napsat knihu, která půdu výstižně popisuje a přinese impulzy pro její další poznávání, ochranu a citlivé využívání.

Život, a to nejen v půdě, je ovšem dynamický a často nás předbíhá... Již nyní, kdy knihu teprve připravujeme k redakčnímu zpracování a tisku, některé údaje začínají zastarávat. To se týká zejména taxonomie organismů, která zdaleka není ustálená a již jsme se ani příliš nevěnovali, jednak při vědomí změn probíhajících v současnosti v této oblasti, jednak kvůli složitosti tohoto aspektu. Zájemce tedy musí hledat v dalších informačních pramenech a případně sledovat nejnovější vývoj. Samozřejmě jsme se nechtěli dopustit věcných, stylistických ani formálních chyb a udělali jsme vše pro to, aby v knize nebyly. Laskavý čtenář nechť promine, pokud se nám tato snaha zcela nezdařila. Věříme, že i přes všechny nedostatky, které naše dílo má jako každé lidské konání, bude *Živá půda* knihou užitečnou, zajímavou a inspirující.

Tak rozsáhlá kniha, jakou je *Živá půda*, by nemohla vzniknout bez masivní podpory a patřičného finančního zajištění. Děkujeme vedení Akademie věd ČR a zejména předsedkyni prof. Evě Zažímalové i řediteli Nakladatelství Academia Jiřímu Padevětovi za vytvoření potřebných podmínek. Kniha vznikla jako součást projektu Akademie věd s názvem Strategie AV21 při řešení programu Rozmanitost života a zdraví ekosystémů. A konečně, nikoliv méně, děkujeme za technickou spolupráci a logistickou podporu zejména paní Lindě Jíšové (za úmornou a nekonečnou práci při jazykovém a technickém dokončování textů), paní Lence Novotné (za skvělou grafickou spolupráci), paní Petře Královcové a externí redaktorce paní Alexandře Petříkové Karpenkové (za vysoce profesionální a pečlivou redakční práci v Nakladatelství Academia) a všem dalším, kdo se na vzniku a výrobě knihy podíleli.

Miloslav Šimek za kolektiv autorů  
(říjen 2018)



## Seznam autorů

### Vedoucí autorského kolektivu

**Miloslav Šimek**, prof., Ing., CSc. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie; Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta, katedra biologie ekosystémů. Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice. E-mail: miloslav.simek@bc.cas.cz

### Autoři

**Luboš Borůvka**, prof., Dr., Ing. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra pedologie a ochrany půd. Kamýcká 129, 165 00 Praha-Suchdol. E-mail: boruvka@af.czu.cz

**Petr Baldrian**, doc., RNDr., Ph.D. Mikrobiologický ústav AV ČR, v. v. i., Laboratoř environmentální mikrobiologie. Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4. E-mail: baldrian@biomed.cas.cz

**Michala Bryndová**, Mgr. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie. Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice. Email: michala.bryndova@seznam.cz

**Miloslav Devetter**, RNDr., Ph.D. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie; Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta, katedra biologie ekosystémů. Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice. E-mail: devetter@upb.cas.cz

**Ondřej Drábek**, doc., Ing., Ph.D. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra pedologie a ochrany půd. Kamýcká 129, 165 00 Praha-Suchdol. E-mail: drabek@af.czu.cz

**Dana Elhottová**, RNDr., Ph.D. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie. Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice. E-mail: danael@bc.cas.cz

**Ladislav Háněl**, RNDr., CSc. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie. Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice. E-mail: hanel@upb.cas.cz

**Jakub Houška**, Ing., Ph.D. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra pedologie a ochrany půdy. Kamýcká 129, 165 00 Praha-Suchdol; Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Odbor ekologie krajiny. Lidická 25/27, 602 00 Brno. E-mail: jakub.houska@vukoz.cz

**Jaroslav Hynšt**, Ing., Ph.D. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Hroznová 2, 656 06 Brno. E-mail: jaroslav.hynst@ukzuz.cz

**Alica Chroňáková**, RNDr., Ph.D. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie. Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice. E-mail: alica.chronakova@bc.cas.cz

## SEZNAM AUTORŮ

**Veronika Jilková**, Mgr., Ph.D. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie. Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice. E-mail: jilkova.veronika@gmail.com

**Petr Konvalina**, doc., Ing., Ph.D. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, katedra agroekosystémů. Studentská 1668, 370 05 České Budějovice. E-mail: konvalina@zf.jcu.cz

**Jan Kopecný**, Ing., Ph.D. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Oddělení epidemiologie a ekologie mikroorganismů. Drnovská 507, 161 06 Praha 6. E-mail: jkopecny@vurv.cz

**Marek Kopecný**, Ing. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, katedra agroekosystémů. Studentská 1668, 370 05 České Budějovice. E-mail: kopecm01@zf.jcu.cz

**Anna Koubová**, RNDr., Ph.D. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie. Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice. E-mail: anna.koubova@upb.cas.cz

**Lubomír Kováč**, prof., RNDr., CSc. Univerzita P. J. Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta, Ústav biologických a ekologických vied. Šrobárova 2, 041 80 Košice. E-mail: lubomir.kovac@upjs.sk

**Martina Kyselková**, Dr. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie. Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice. E-mail: martinak@bc.cas.cz

**Alena Lukešová**, Ing., CSc. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie. Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice. E-mail: alena.lukesova@bc.cas.cz

**Jana Macková**, RNDr., Ph.D. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie. Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice. E-mail: jana.macek@yahoo.com

**Stanislav Malý**, Mgr., Ph.D. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Hroznová 2, 656 06 Brno. E-mail: stanislav.maly@ukzuz.cz

**Markéta Marečková**, RNDr., Ph.D. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Oddělení epidemiologie a ekologie mikroorganismů; Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky. Drnovská 507, 161 06 Praha 6. E-mail: sagova@vurv.cz

**Jan Moudrý**, doc., Ing., Ph.D. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, katedra agroekosystémů. Studentská 1668, 370 05 České Budějovice. E-mail: jmoudry@zf.jcu.cz

**Lenka Pavlů**, Ing., Ph.D. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra pedologie a ochrany půd. Kamýcká 129, 165 00 Praha-Suchdol. E-mail: pavlu@af.czu.cz

**Vít Penížek**, doc., Ing., Ph.D. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra pedologie a ochrany půd. Kamýcká 129, 165 00 Praha-Suchdol. E-mail: penizek@af.czu.cz

**Václav Pižl**, doc., RNDr., CSc. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie. Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice. E-mail: pizl@upb.cas.cz

**Eva Semančíková**, Ing. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta, katedra biologie ekosystémů. Branišovská 1760, 370 05 České Budějovice. E-mail: evi@jcu.cz

**Jiří Schlaghamerský**, doc., Dipl.-Biol., Ph.D. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav botaniky a zoologie. Kotlářská 2, 611 37 Brno. E-mail: jiris@sci.muni.cz

**Josef Starý**, RNDr., CSc. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie. Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice. E-mail: jstary@upb.cas.cz

**Pavel Šimek**, doc., Ing., Ph.D. Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta, Ústav biotechniky zeleně. Valtická 337, 691 44 Lednice. E-mail: pavel.simek@mendelu.cz; Ateliér FLORART, Rybářská 401, 688 01 Uherský Brod. E-mail: florart@florart.cz

**Vladimír Šustr**, RNDr., CSc. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie a Výzkumná infrastruktura SoWa. Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice. E-mail: sustr@upb.cas.cz

**Karel Tajovský**, RNDr., CSc. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Ústav půdní biologie. Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice. E-mail: karel.tajovsky@upb.cas.cz

**Václav Tejnecký**, RNDr., Ph.D. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra pedologie a ochrany půd. Kamýcká 129, 165 00 Praha-Suchdol. E-mail: tejnecky@af.czu.cz

**Emil Tkadlec**, prof., MVDr., CSc. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra ekologie a životního prostředí. Šlechtitelů 27, 779 00 Olomouc. E-mail: emil.tkadlec@upol.cz

**Ivan Hadrián Tuf**, doc., RNDr., Mgr., Ph.D. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra ekologie a životního prostředí. Šlechtitelů 27, 779 00 Olomouc. E-mail: ivan.tuf@upol.cz

**Jiří Tůma**, Mgr. Biologické centrum AV ČR, v. v. i., Entomologický ústav; Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta, katedra biologie ekosystémů. Branišovská 1160/31, 370 05 České Budějovice. E-mail: jtschranka@gmail.com

**Ondřej Uhlík**, doc., Ing., Ph.D. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Ústav biochemie a mikrobiologie. Technická 3, 166 28 Praha 6. E-mail: ondrej.uhlik@vscht.cz

**Miroslav Vosátka**, doc., RNDr., CSc. Botanický ústav AV ČR, v. v. i., Zámek 1, 252 43 Průhonice. E-mail: miroslav.vosatka@ibot.cas.cz

**Tereza Zádorová**, RNDr., Ph.D. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra pedologie a ochrany půd. Kamýcká 129, 165 00 Praha-Suchdol. E-mail: zadorova@af.czu.cz