



ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

9

VOLUME 42 (LXIX)

PRAHA

ZÁŘÍ 1996

CS ISSN 0370-663X

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření České akademie zemědělských věd a s podporou Ministerstva zemědělství České republiky

An international journal published by the Czech Academy of Agricultural Sciences and with the promotion of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

Doc. Ing. Josef Šimon, CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Členové – Members

Doc. Ing. Pavol Bajčí, CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)
Prof. Dr. Márta Birkás (Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, Hungária)
Doc. Ing. Jozef Ciglar, CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)
Ing. Helena Donátová, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Prof. Ing. Václav Fric, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Ing. Norbert Gáborčík, CSc. (Výzkumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica, SR)
Ing. Bohdan Juráni, CSc. (Univerzita Komenského, Bratislava, SR)
Prof. Dr. Günter Kahnt (Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim, Stuttgart, BRD)
Prof. Ing. Josef Kozák, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Ing. Ladislav Lorenčík, DrSc. (Oblastný výskumný ústav agroekológie, Michalovce, SR)
Prof. Ing. Lubomír Minx, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)
Ing. Timotej Místina, CSc. (Výzkumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany, SR)
Dr. Peter Newbould (The Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK)
Ir. Cees van Ouwewerk (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren Gm, Nederland)
Ing. Jaromír Procházka, CSc. (Výzkumný ústav pícninářský, Troubsko u Brna, ČR)
Prof. Ing. Stanislav Procházka, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)
Doc. Ing. Vlastimil Rasocha, CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, ČR)
Prof. Dr. Heinrich W. Scherer (Agrikulturchemisches Institut der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität, Bonn, BRD)
Doc. Ing. Ladislav Slavík, DrSc. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ČR)
Doc. Ing. Miron Suškevič, DrSc. (Odborné poradenství a konzultace, Troubsko u Brna, ČR)
Prof. Ing. Václav Vaněk, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Ing. Marie Váňová, CSc. (Zemědělský výzkumný ústav, Kroměříž, ČR)
Prof. Ing. Karel Voříšek, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Doc. Ing. František Vrkoč, DrSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)
Prof. Dr. hab. Kazimiera Zawislak (Akademia Rolniczo-Techniczna, Olsztyn, Polska)

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

RNDr. Eva Stříbrná

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce, výsledky výkumu a studie z oborů rostlinná výroba, půdoznalství, meliorace a z navazujících disciplín.

Časopis je citován v bibliografickém časopise Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences. Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agricola, Agris, CAB Abstracts, Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 42 vychází v roce 1996.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: RNDr. Eva Stříbrná, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 25 41, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zasílány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1996 je 588 Kč.

Aims and scope: The journal publishes scientific papers, results of research and studies of the branches plant production, pedology, amelioration and related disciplines.

The journal is cited in the bibliographical journal Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences. Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agricola, Agris, CAB Abstracts, Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 42 appearing in 1996.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: RNDr. Eva Stříbrná, editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 25 41, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1996 is 148 USD (Europe), 154 USD (overseas).

PŘÍPRAVA MUTANTŮ RHIZOBIÍ REZISTENTNÍCH K ANTIBIOTIKŮM A JEJICH VYUŽITÍ

PREPARATION OF ANTIBIOTIC RESISTANT MUTANTS OF RHIZOBIA AND THEIR USE

T. Šimon, S. Kálalová

Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, Czech Republic

ABSTRACT: In the laboratory, antibiotic-resistant mutants of *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* 128C30 and *Bradyrhizobium japonicum* D 574 were prepared. Mutants were created by growing on YMA broth containing spectinomycin-500 µg/ml (spc) and streptomycin-80 µg/ml (str). Cultivation of mutants on the above mentioned antibiotic levels confirmed their cross-resistance (Tab. I). Str and spc mutants were then used for inoculation of pea (hydroponic experiment with perlite) and soybean (pot experiment with soil), respectively. 128C30spc mutant reached significantly lower values in nodule formation, nitrogenase activity and shoot dry weight in comparison with parental strain and str mutant (Tab. II). Mutant resistant to spectinomycin showed lower N_2 fixation ability. In the case of D 574 opposite situation arose. Inoculation by D 574str decreased significantly symbiotic and growth characteristics of soybean (Tab. IV). Mixture of parental strain D 574 + D 574str and parental strain D 574 + D 574spc were used for inoculation to determine mutants' competition ability in nodule occupancy. Reisolates from root nodules were cultivated on YMA + streptomycin and YMA + spectinomycin and their growth was observed. Results are shown in Tab. V. Mutations do not repress competition ability of mutants in root nodule formation and in some cases their competitiveness even increased. Some of the nodules were occupied by both parental strain and mutant. Cross-resistance of mutants was found in back growing of reisolates on antibiotics.

rhizobia; antibiotics; mutants; symbiotic traits; competition ability

ABSTRAKT: Laboratorně byly připraveny k antibiotikům rezistentní mutanty kmene *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* 128C30 a kmene *Bradyrhizobium japonicum* D 574. Mutanty byly vytvořeny pěstováním na YMA agaru obsahujícím spectinomycin-500 µg/ml (spc) a streptomycin-80 µg/ml (str). Při zpětném pěstování vytvořených mutantů na uvedených hladinách antibiotik se potvrdila cross-rezistence. Str a spc mutanty byly použity pro inokulaci hrachu (hydroponický perlitový pokus), resp. sóji (nádobový pokus se zeminou). Mutant 128C30spc vykazoval signifikantně horší výsledky při tvorbě hlízek, nitrogenázové aktivitě a produkci biomasy rostlin v porovnání s rodičovským kmenem a str mutantem. U mutantů D 574 byla situace opačná, významně nižší hodnoty symbiotických a růstových parametrů sóji vykazoval mutant D 574str. Po směsné inokulaci rodičovského kmene a mutantů str a spc bylo zjišťováno obsazení hlízek sóji pomocí reisolace obsahu hlízek a pěstování na uvedených koncentracích antibiotik. Mutace neovlivnily konkurenceschopnost mutantů.

rhizobia; antibiotika; mutanty; symbiotické vlastnosti; konkurenceschopnost

ÚVOD

Identifikace kmenů rhizobií dodávaných do půdy má velký význam při studiu jejich konkurenceschopnosti a přežívání v půdním prostředí, což jsou stejně důležité vlastnosti jako samotná účinnost symbiotické fixace N_2 (Triplett, 1990).

Pro identifikaci rhizobiálních kmenů se často používá rezistence k antibiotikům (Schwinghamer, Dudson, 1973; Danso, Alexander, 1974; Brockwell et al., 1977; Hardarson, Jones, 1979). Použitím streptomycinu byly získány mutanty s vysokou rezistencí (Schwinghamer, 1964, 1967;

Levin, Montgomery, 1974). Dobré mutantní markery byly získány též použitím spectinomycinu. Bylo zjištěno, že mutace vyvolané antibiotiky jako streptomycin a spectinomycin mají pravděpodobně méně defektní symbiózu než mutanty selektované na rezistenci k jiným antibiotikům, které ovlivňují funkci buněčných stěn nebo membrán. Souběžné používání streptomycinu a spectinomycinu k mutacím a vzájemné porovnávání vlivu těchto antibiotik je prováděno vzhledem k stejnému cílovému působení na ribozomální proteiny buněk rhizobií (Jones, 1992). Provéřením využitelnosti této metody u dvou vybraných kmenů rhizobií se zabýváme v této práci.

Příprava rezistentních mutantů

Pro pokusy byly vybrány efektivní kmeny rhizobíí: *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* 128C30 (Nitragin Co. Ltd. Milwaukee, Wisconsin, USA) a *Bradyrhizobium japonicum* D 574 (sbírka VÚRV, Praha-Ruzyně). Tyto kmeny byly použity jako rodičovské. Mutanty byly připraveny kultivací na Petriho miskách, kde živná půda YMA obsahovala též antibiotikum (spectinomycin-500 µg/ml [spc] a streptomycin-80 µg/ml [str]) (Somasegaran, Hoben, 1985). Misky byly inkubovány při 28 °C 10 dní. Mutantní kultury byly uchovány ve zkumavkách se šikmým hrachovým agarem. Byla ověřena antibiotická rezistence přenesením mutantních kultur na misky obsahující příslušná antibiotika a byla zjišťována cross-reakce.

Použití mutantů k pokusům

a) hydroponický pokus v perlitovém substrátu

Semena hrachu setého (*Pisum sativum*, cv. Bohatýr) byla povrchově sterilizována 0,2% roztokem HgCl₂ (Vincent, 1970) a tři dny předklíčena. Použili jsme sestavu dvou nádobek z umělé hmoty, spodní nádobka obsahovala živný roztok bez dusíku (Simons, 1991), vrchní nádobka o objemu 400 ml byla plněna expandovaným perlitem. Zásobování rostlin živným roztokem bylo uskutečněno prostřednictvím knotu ze skelných vláken, který byl umístěn do dna horní nádoby a zasahoval do živného roztoku ve spodní nádobě, který byl jedenkrát týdně vyměňován.

V každé nádobce byla pěstována jedna rostlina, která byla současně při zasazení inokulována 1 ml (1 x 10⁹ živých buněk) suspenze rodičovského kmene 128C30, resp. str a spc mutantu. Každá varianta měla šest opakování. Pokusné nádoby byly umístěny ve skleníku s řízeným programem osvětlení a regulací teploty (16 h fotoperioda, teploty 22 °C den, 16 °C noc).

b) nádobový vegetační pokus se zemínou

Semena sóji (*Glycine max*, cv. Polanka) byla seta po pěti do vegetačních nádob s otvory ve dně. Nádoby byly plněny 7 kg zeminy pocházející z pozemků VÚRV, Praha-Ruzyně. Půda v této lokalitě je hnědozem na spraši, obsah základních živin před založením pokusu: P 73, K 212, Mg 198 (mg/kg), N_t 0,11, pH_{KCl} 7,2. Při setí bylo osivo inokulováno (10 ml/5 semen, 1 x 10⁹ buněk na 1 ml) suspenzí rodičovského kmene D 574, resp. str a spc mutantů samotných a směsí rodičovského kmene + str mutantu a směsí rodičovského kmene + spc mutantu v poměru 1 : 1. Každá varianta měla 10 opakování. Jako kontrolní varianta bylo použito neinokulované osivo. Povrch nádob byl po zasetí zasypán 1 až 2 cm vrstvou křemičitého písku a zalit vodou. Po vzejití byl počet rostlin na jednu nádobu redukován na tři. Během vegetace byly nádoby s rostlinami umístěny ve skleněné vegetační hale. Nebylo

použito umělé přisvěcování. Teploty se pohybovaly v rozmezí 22 až 32 °C ve dne, 12 až 18 °C v noci. Vlhkost půdy v nádobách byla udržována pravidelným zaléváním.

Parametry sledované v pokusech

U hrachu byl zjišťován počet hlízek, celková nitrogeázová aktivita (TNA), stanovená nepřímou metodou redukce acetyleny na etylen (Hardy et al., 1973), hmotnost nadzemní hmoty a kořenů. Z vybraných hlízek byl zpětně reisolován mutant a na živné půdě s příslušnými antibiotiky sledována dvojí rezistence, která byla porovnávána s rodičovským kmenem.

U sóji byla zjišťována nitrogeázová aktivita, sušina nadzemní hmoty kořenů a výnosové parametry. U vybraných hlízek byly zpětně reisolovány mutanty a prostřednictvím nárůstu na živné půdě s odpovídajícím antibiotikem sledována konkurenceschopnost příslušného mutantu v porovnání s rodičovským kmenem (Somasegaran, Hoben, 1985).

Statistické zpracování vybraných hodnot bylo provedeno analýzou variance.

VÝSLEDKY

Tab. I dokumentuje, že mutanty obou testovaných kmenů rezistentní k jednomu antibiotiku byly zároveň rezistentní i k druhému antibiotiku.

Mutací kmene 128C30 spectinomycinem došlo k signifikantnímu snížení symbiotických vlastností, což se projevilo redukcí počtu hlízek na rostlinu, sníženou nitrogeázovou aktivitou i sníženou tvorbou biomasy hostitelské rostliny (tab. II). Naproti tomu streptomycinový mutant vykazoval podobné vlastnosti jako rodičovský kmen, a z tohoto důvodu je použitelný pro další studium.

I. Ověření cross-rezistence mutantů – Verification of mutants' cross-resistance

Mutant	YMA + STR	YMA + SPC
128C30spc	+	+
128C30str	+	+
D 574spc	+	+
D 574str	+	+

+ mutant rostl na uvedeném médiu – mutant grew up on mentioned broth

Při testaci cross-rezistence zpětných izolátů mutantů (tab. III) bylo z každé testované rostliny použito 16 hlízek. Mutant 128C30spc rostl výrazně hůře na živné půdě se streptomycinem než mutant 128C30str na živné půdě se spectinomycinem. Cross-rezistence byla potvrzena u mutantu streptomycinového, zatímco u spc mutantu nebyla plně prokázána. Mutace způsobená spectinomycinem u tohoto kmene způsobila výrazné

II. Porovnání symbiotických vlastností mutantů s rodičovským kmenem – Comparison of mutants' symbiotic traits with parental strain

Kmen ¹	Počet hlízek na rostlinu ²	TNA ³ ($\mu\text{mol/h/rostlina}$) ⁴	Sušina nadzemní hmoty ⁵ (g/rostlina) ⁶
128C30	98,9 a ^x	14,82 a	0,92 a
128C30str	105,2 a	12,81 a	1,07 a
128C30spc	29,8 b	7,81 b	0,57 b

^x průměrné hodnoty ve sloupcích označené stejným písmenem se signifikantně neliší ($P = 0,05$) – means within the columns followed by the same letter do not differ significantly ($P = 0,05$)

¹strain, ²number of nodules per plant, ³total nitrogenase activity, ⁴($\mu\text{mol/h/plant}$), ⁵shoot dry weight, ⁶(g/plant)

III. Procentuální vyjádření nárůstu reizolovaných mutantů kmene 128C30 z hlízek hrachu na testačních médiích – Percentage of 128C30 mutants' growth on broths after reisolation from pea root nodules

Mutant	Rostlina ¹	YMA (%)	YMA + STR (%)	YMA + SPC (%)
128C30str	1	100 ^x	100	100
	2	100	100	93,8
	3	100	100	100
	4	100	100	100
	5	100	100	93,8
128C30spc	1	100	12,7	62,5
	2	100	87,5	75
	3	100	56,3	100
	4	100	12,5	100
	5	100	75	100
	6	100	100	100

^x 100 = nárůst reizolátů z 16 hlízek – growth of reisolates from 16 root nodules

¹plant

IV. Porovnání symbiotických vlastností mutantů s rodičovským kmenem – Comparison of mutants' symbiotic traits with parental strain

Kmen ¹	TNA ² ($\mu\text{mol/h/rostlina}$) ³	Sušina nadzemní hmoty ⁴ (g/rostlina) ⁵	Sušina kořenů ⁶ (g/rostlina)	Počet lusků ⁷ (ks/rostlina) ⁸	Počet semen ⁹ (ks/rostlina)	Hmotnost semen ¹⁰ (g/rostlina)
Kontrola ^x	0,00 a ^y	2,58 ab	0,76 a	10,27 a	25,91 a	4,36 a
D 574	49,25 b	3,89 bc	1,07 b	30,66 c	97,80 c	18,91 b
D 574str	1,72 a	1,88 a	0,68 a	10,80 a	24,34 a	4,85 a
D 574spc	36,02 ab	3,08 a-c	0,91 ab	38,08 bc	91,06 bc	17,68 b
D 574+D 574str	22,23 a	3,60 a-c	0,62 a	33,46 b	83,42 b	16,33 b
D 574+D 574spc	30,77 ab	4,47 c	0,91 ab	36,72 bc	88,74 bc	17,54 b

^x kontrola = neinokulované rostliny – noninoculated plants

^y průměrné hodnoty ve sloupcích označené stejným písmenem se signifikantně neliší ($P = 0,05$) – means within the columns followed by the same letter do not differ significantly ($P = 0,05$)

¹strain, ²total nitrogenase activity, ³($\mu\text{mol/h/plant}$), ⁴shoot dry weight, ⁵(g/plant), ⁶root dry weight, ⁷number of pods, ⁸(pieces/plant), ⁹number of seeds, ¹⁰grain yield

snížení symbiotických schopností a snížila pravděpodobně i růstovou rychlost tohoto mutantu, který po svém vzniku sice tvořil kolonie i po přidání druhého z použitých antibiotik, avšak po reizolaci z hlízek byl nárůst tohoto mutantu na prostředí se streptomycinem snížen.

Na základě výsledků uvedených v tab. IV můžeme konstatovat, že kromě kontrolní neinokulované varian-

ty, která netvořila hlízky, a tudíž nefixovala dusík, se ve sledovaných znacích jako nejhorší projev streptomycinový mutant D 574, který vykazoval nejnižší TNA, ale i ostatní sledované znaky.

Vzhledem k tomu, že rodičovský kmen nerostl sto procentně na YMA + STR, mutant D 574str rostl sto procentně na všech médiích a směs rodičovského kmene a str mutantu rovněž, v hlízkách sji inokulovaných smě-

sí rodičovský kmen + str mutant převládá streptomycinový mutant (tab. V). Z toho vyplývá, že str mutant byl v daných půdních podmínkách našeho pokusu poněkud konkurenceschopnější než rodičovský kmen.

V případě spc mutantu, který nevykazoval stoprocentní aktivitu růstu na všech uvedených médiích, ale vykazoval větší aktivitu růstu než rodičovský kmen, můžeme usuzovat, že při směsné inokulaci rostlin opět převládá (tab. V). Při směsné inokulaci docházelo též

V. Procentuální vyjádření nárůstu reisolovaných mutantů z hlízek sóji na jednotlivých médiích – Percentage mutants' growth on broths after reisolation from soybean root nodules

Kmen ¹	YMA (%)	YMA + STR (%)	YMA + SPC (%)
D 574	100 ^x	81	53
D 574str	100	100	100
D 574spc	100	91	97
D 574 + D 574str	100	100	100
D 574 + D 574spc	100	93	100

^x 100 = nárůst reisolátů ze 48 hlízek (16 hlízek z každé rostliny) – growth of reisolates from 48 root nodules (16 root nodules from each plant)

¹ strain

ve velkém procentu případů k obsazování hlízek oběma kmeny, v našem případě mutantem + rodičovským kmenem. Mutacemi kmene D 574 na str a spc nebyla narušena jeho kompetiční schopnost, naopak se zdá, že byla poněkud zvýšena.

DISKUSE

Při hodnocení symbiotických vlastností námi vytvořených mutantů kmenů *R. leguminosarum* bv. *viciae* a *B. japonicum* jsme zjistili, že zvláště spc mutant rhizobiálního kmene 128C30 měl signifikantně nižší schopnosti nodulovat pokusné rostliny hrachu a fixovat dusík. Zdá se tedy, že uvedená mutace nepříznivě ovlivnila tyto schopnosti mutantu. Schwinhamer (1967) uvádí, že rezistence k streptomycinu u kmenů *R. leguminosarum* a *R. trifolii* má malý nebo žádný vliv na efektivitu N_2 fixace a u 80 % nedochází ke ztrátě symbiotické efektivity u mutantů rezistentních ke spectinomycinu (Schwinhamer, Dudman, 1973). V souladu s těmito výsledky je i práce, kterou uveřejnili Hardarson et al. (1981), týkající se testací mutantů kmenů *R. meliloti*. V našem případě nedošlo ke ztrátě symbiotické efektivity u mutantu *R. leguminosarum* bv. *viciae* rezistentního ke streptomycinu, naopak mutací při použití spectinomycinu jsme získali téměř neefektivní mutant.

V případě mutantů *B. japonicum* je dobře známo, že tento druh obsahuje řadu kmenů, kterým je vlastní určitá hladina vrozené rezistence k uvedeným antibiotikům (např. Roughley et al., 1992). Scotti et al.

(1982) zjistili, že 86 % z 216 izolátů *B. japonicum* získaných z brazilských půd bylo rezistentních k 80 mg/l streptomycinu a jeden dokonce k 600 mg/l. Příprava mutantů není tedy problematická a dají se vytvořit i mutanty, které jsou rezistentní k výrazně vyšším hladinám antibiotik než v případě jiných druhů rhizobií. Vrozená rezistence působí problémy při zpětných identifikacích mutantů z hlízek, kdy při hodnocení nárůstu bakterií na médiích obsahujících antibiotika může docházet k záměně mutantů za nativní izoláty s vrozenou rezistencí. Dalším problémem je možnost cross-rezistence mutantů i nativních rezistentních kmenů. I když Ayanaba, Wong (1981) při testacích cross-rezistence u *B. japonicum* na mírných koncentracích antibiotik nepotvrdili, může k ní docházet (Schwinhamer, 1967). Podobně Roughley et al. (1992) získali několik izolátů *B. japonicum* z půd Malajsie, u kterých se projevila značná rezistence k oběma použitým antibiotikům. Cross-rezistence ztěžuje přesnou identifikaci mutantů, zvláště v případech, je-li pokus prováděn s cílem zjistit konkurenceschopnost jednotlivých mutantních a nemutantních kmenů.

V našem pokusu došlo v případě vyvolání mutace streptomycinem u kmene *B. japonicum* D 574 k poklesu symbiotické efektivity tohoto mutantu, avšak jeho konkurenceschopnost nebyla narušena. Zdá se tedy, že mutací byla negativně ovlivněna oblast genomu odpovídající za projev nitrogenázy a nikoliv za rychlost nodulace a konkurenční schopnost.

Metoda použití k antibiotikům rezistentních mutantů je jednoduchá, levná a rychlá, její hlavní nevýhodou však je, že se používají mutantní kmeny *Rhizobium* a *Bradyrhizobium* místo přirozených nemutantních kmenů. Tyto mutanty mohou mít pozměněnou nebo sníženou symbiotickou efektivitu. V případě používání mutantů v polních podmínkách pak nejde o přirozený stav použitých kmenů hlízkových bakterií a hodnocení výsledků těchto studií jsou touto skutečností limitována.

Další nevýhodou k antibiotikům rezistentních markerových kmenů jsou možné časté změny jejich vlastností, které mohou být způsobeny mutacemi a pleiotropií. Markery se také mohou často v půdě ztrácet díky výměně genetického materiálu s přirozenými populacemi bakterií. Podobná situace může nastat i u kmenů, u kterých je antibiotická rezistence zprostředkována traspozonomem.

V současné době, kdy se výrazně prosazují genetické metody identifikací mikroorganismů, se zdá vhodnější používat tyto metody i u rhizobií. Jde například o metodu analýz DNA pomocí polymerázové řetězové reakce, kterou použili např. Jarvis et al. (1992) a která byla pro identifikaci kmenů rhizobií použita i u nás (Šimon et al., 1996).

LITERATURA

AYANABA, A. – WONG, A. L.: Antibiotic-resistant mutant identified from nodules of uninoculated soybeans grown in a strongly acid soil. *Soil Biol. Biochem.*, 14, 1981: 139–143.

- BROCKWELL, J. – SCHWINGHAMER, E. A. – GAULT, R. R.: Ecological studies of root nodule-bacteria introduced into field environments. 5A. Critical examination of the stability of antigenic and streptomycin-resistance markers for identification of strains of *Rhizobium trifolii*. Soil Biol. Biochem., 9, 1977: 19–24.
- DANSO, S. K. A. – ALEXANDER, M.: Survival of two strains of *Rhizobium* in soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 38, 1974: 86–89.
- HARDARSON, G. – JONES, D. G.: Effect of temperature on competition amongst strains of *Rhizobium trifolii* for nodulation of two white clover varieties. Ann. Appl. Biol., 92, 1979: 229–236.
- HARDARSON, G. – HEICHEL, G. H. – VANCE, C. P. – BARNES, D. K.: Evaluation of alfalfa and *Rhizobium meliloti* for compatibility nodulation and nodule effectiveness. Crop Sci., 21, 1981: 562–567.
- HARDY, R. W. F. – BURNS, R. C. – HOLSTEN, R. D.: Application of the acetylene-ethylene assay measurement of nitrogen fixation. Soil Biol. Biochem., 5, 1973: 47–81.
- JARVIS, B. D. W. – DOWNER, H. L. – YOUNG, J. P. W.: Phylogeny of fast-growing soybean nodulating rhizobia support synonymy of *Sinorhizobium* and *Rhizobium* and assignment to *Rhizobium fredii*. Int. J. Syst. Bacteriol., 42, 1992: 93–96.
- JONES, D. G.: The ecology of *Rhizobium*. In: JONES, D. G. – DAVIES, D. R. (eds): Temperate Legumes: Physiology, Genetics and Nodulation. Boston, London, Melbourne, Pitman, Adv. Publ. Prog. 1992: 343–350.
- LEVIN, R. A. – MONTGOMERY, M. P.: Symbiotic effectiveness of antibiotic resistant mutants of *Rhizobium japonicum*. Pl. and Soil, 41, 1974: 669–676.
- ROUGHLEY, R. J. – WAHAB, F. A. – SUNDRAM, J.: Intrinsic resistance to streptomycin and spectinomycin among root-nodule bacteria from Malaysian soils. Soil. Biol. Biochem., 24, 1992: 715–716.
- SCOTTI, M. R. M. L. – SA, N. M. H. – VARGAS, M. A. T. – DÖBEREINER, J.: Susceptibility of *Rhizobium* strains to antibiotics a possible reason for legume inoculation failure in Cerrado soils. In: GRAHAM, P. H. – HARRIS, S. C. (eds): Biological Nitrogen Fixation Technology for Tropical Agriculture. 1982: 195–200.
- SCHWINGHAMER, E. A.: Association between antibiotic resistance and ineffectiveness in mutant strains of *Rhizobium* species. C. J. Microbiol., 12, 1964: 221–233.
- SCHWINGHAMER, E. A.: Effectiveness of *Rhizobium* as modified by mutation for resistance to antibiotics. J. Microbiol. Serol., 33, 1967: 121–136.
- SCHWINGHAMER, E. A. – DUDMAN, W. F.: Evaluation of spectinomycin resistance as a marker for ecological studies with *Rhizobium* spp. J. Appl. Bacteriol., 36, 1973: 263–272.
- SOMASEGARAN, P. – HOBEN, H. J.: Methods in Legume-*Rhizobium* Technology. Paia, Maui, Hawaii, NIFTAL Univ. 1985.
- ŠIMON, T.: The N₂ fixation ability of new-bred cultivars of pea. Zbl. Mikrobiol., 146, 1991: 143–148.
- ŠIMON, T. – KÁLALOVÁ, S. – PETRŽIK, K.: Identification of rhizobia strains and evaluation of their competitiveness. Folia Microbiol., 1996 (v tisku).
- TRIPLETT, E. W.: Construction of symbiotically effective strain of *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* with increased nodulation competitiveness. Appl. Envir. Microbiol., 56, 1990: 574–576.
- VINCENT, J. M.: A manual for the practical study of root-nodule bacteria. IBP Handb., No 15, Oxford, Blackwell Sci. Publ. Ltd. 1970.

Došlo 28. 3. 1996

Kontaktní adresa:

Ing. Tomáš Šimon, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/36 08 51, fax: 02/36 52 28

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

Z důvodu rychlejšího a kvalitnějšího zpracování grafických příloh (grafů, schémat apod.) příspěvků zasílaných do redakce Vás žádáme o jejich dodání kromě tištěné formy i na disketách.

Týká se to samozřejmě těch grafických příloh, které byly vytvořeny v nějakém programu PC (např. CorelCHART, Quatro Pro, Lotus 1-2-3, MS Excel). Vzhledem k tomu, že nejsme schopni upravit a použít pro tisk všechny typy (formáty) grafických souborů, žádáme Vás, abyste nám také kromě originálních souborů (např. z MS Excel typ *.XLS) zasílali grafické předlohy vyexportované jako bodovou grafiku v jednom z těchto formátů:

Bitmap	*.BMP
Encapsulated Postscript	*.EPS
Graphic Interchange Format	*.GIF
Mac paint	*.MAC
MS Paint	*.MSP
Adobe Photoshop	*.PSD
Scitex	*.SCT
Targa	*.TGA
Tag Image File Format	*.TIF

Redakce časopisu

VLIV DLOUHODOBÉHO HNOJENÍ A ANTROPOGENNÍ ZÁTĚŽE NA BIOMASU A ZASTOUPENÍ NĚKTERÝCH SKUPIN MIKROORGANISMŮ

EFFECTS OF LONG-TERM FERTILISATION AND ANTHROPOGENIC LOAD ON BIOMASS AND THE INCIDENCE OF SOME GROUPS OF MICROORGANISMS

O. Mikanová¹, J. Nováková¹, A. Hanzlíková¹, J. Kubát¹, Z. Filip²

¹ Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, Czech Republic

² Federal Office of Environment, Institute for Water, Soil and Air Hygiene, Langen, Germany

ABSTRACT: Soil quality is of basic importance for agriculture and quality of environment. An acute need exists for reliable criteria of soil quality as a part of the environment protection policy. A soil protection act has been prepared in the Federal Republic of Germany, which consists of physical and chemical criteria but not biological ones. It has been assumed that the soil biological characteristics could provide an early warning system indicating soil injury. In our research the amounts of microbial biomass and the number of several groups of microorganisms have been determined in soil samples taken from the long-term fertilised soil sites which differ in their anthropogenic load. The first site at Březno (north-west Bohemia) represents highly polluted area. The average annual SO_2 and flying dust concentrations exceeded $100 \mu\text{g SO}_2\cdot\text{m}^{-3}$ and $100 \mu\text{g dust in } 1 \text{ m}^3 \text{ air}$ in 1985 to 1989. The second site was located in Praha-Ruzyně and represented a medium polluted area, in which the average annual SO_2 and flying dust concentrations ranged between 50 and $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. The third site, a relatively clean one at Lukavec (Bohemian-Moravian Highlands), has the average annual SO_2 concentrations less than $30 \mu\text{g SO}_2\cdot\text{m}^{-3}$ and that of the flying dust ranges between 20 and $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. The field experiment at Březno was established on mine spoil in 1979. Its prevalent aim is to compare various types of soil recultivation practices. For our purpose four experimental plots were selected. The first one (B1) was covered by 50 cm soil and received $70 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ sewage sludge a year. The plot B2 had the same soil cover, but does not receive fertilisers. The plots B3 and B4 were covered by 25 cm soil and received in addition $400 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ power plant ashes. They were or were not fertilised in the same way like B1 and B2, respectively. Long-term field experiments in Ruzyně and Lukavec were founded in 1955. In our experiments we used the control plots (Ru11 and Lu21) and two plots manure + NPK fertilised (Ru28 and Lu14). Soil samples were taken at all experimental sites five times during 1995. They were processed by sieving (2 mm mesh) and analysed fresh within 24 hours. Long-term application of organic and mineral fertilisers increased the amount of microbial biomass in soil samples from all three localities. Due to the high variability probably caused by seasonal dynamics, the average differences obtained were not statistically significant. Significant differences in this respect were found between different soil sites only. Total numbers of proteolytic microorganisms, spore-forming microorganisms and cellulolytic bacteria were not significantly different in fertilised and unfertilised soils. However, the results indicated substantial differences among different soil sites again. The most sensitive indicator of the anthropogenic soil load appeared to be the free-living diazotrophic bacteria. Their numbers were two to three orders of magnitude lower in the soil samples from polluted sites than in those from control plots. On the other hand the numbers of actinomycetes, particularly of cellulolytic ones and of oligotrophic bacteria were enhanced in soil samples from anthropogenically polluted areas.

long-term fertilisation; anthropogenic load; indication of soil quality; microbial biomass; groups of microorganisms

ABSTRAKT: V dlouhodobých polních výživářských pokusech založených v různých půdních a klimatických podmínkách a současně v různé míře vystavených vlivu průmyslových emisí bylo sledováno množství mikrobiální biomasy a výskyt některých skupin mikroorganismů v půdě. Bylo zjištěno, že dlouhodobá aplikace organického a minerálního hnojení zvýšila množství mikrobiální biomasy na všech sledovaných lokalitách. Vzhledem k vysoké variabilitě získaných výsledků, na niž se podílí i sezonní dynamika této charakteristiky, nebyly rozdíly průměrných hodnot statisticky průkazné. Celkové počty proteolytických mikroorganismů, sporotvorných proteolytických mikroorganismů a celulólytických bakterií se významně nelišily na hnojených a nehnojených variantách, vykazovaly však rozdílné tendence na jednotlivých lokalitách. Nejcitlivěji reagovaly na antropogenní vlivy volně žijící nitrogenní bakterie, které se na lokalitě silně zatížené průmyslovými emisemi vyskytovaly

v počtech o dva až tři řády nižších než na lokalitách méně zatížených. Rovněž aktinomycety a zejména celulólytické aktinomycety výrazně reagovaly na antropogenní ovlivnění půd. Jejich počty byly na více zatížených variantách mnohonásobně vyšší než na variantách nezatížených. Podobným způsobem reagovaly také oligotrofní bakterie.

dlouhodobé hnojení půdy; antropogenní zátěž; indikace půdní kvality; mikrobiální biomasa; skupiny mikroorganismů

ÚVOD

Dlouhodobé polní pokusy jsou jedním z nepostradatelných prostředků studia agroekosystémů z hlediska agronomického a také z hlediska obecně ekologického, včetně aspektů ochrany půdy jako základního a neobnovitelného přírodního zdroje. Bylo mnohokrát popsáno, že půda reaguje na vnější vlivy podobně jako živé organismy, tj. změnou procesů přeměny látek a vývojem adekvátních adaptačních mechanismů. Pokud jde o krátkodobé procesy, lze je snadno demonstrovat, popsat jejich kinetiku a usuzovat na hlavní mechanismy v laboratorních pokusech. V půdě však probíhají i dlouhodobé procesy, které trvají řádově desetiletí a vedou ke vzniku nové dynamické rovnováhy. Uplatňuje se při nich řada regulačních mechanismů, jejichž kvantitativní parametry nelze odhadnout z krátkodobých pozorování. Körschens (1990) uvádí, že při změně systému organického a minerálního hnojení na černozemi v Bad Lauchstädt trvalo 28 let, než bylo dosaženo nové rovnováhy v obsahu půdní organické hmoty. Takové procesy mohou být sledovány pouze ve dlouhodobých polních pokusech. Dlouhodobé polní pokusy poskytují tedy konečné a rozhodující referenční údaje o stavu a změnách půdního ekosystému.

Není pochyb o tom, že většinu látkových přeměn v půdě zprostředkovává edafon, především půdní mikroflóra. To platí např. pro odbourávání, mineralizaci a humifikaci rostlinných zbytků, pro interakce mezi půdní mikroflórou a kořeny rostlin i pro specifické procesy detoxikace cizorodých látek v půdě. Svou přítomností a různorodou aktivitou mikroflóra vytváří a kontinuálně ovlivňuje půdní prostředí. Současně půda zpětně ovlivňuje výskyt a aktivity půdních mikroorganismů.

Kvalita půdního prostředí včetně jeho biotické složky se stala předmětem zvýšeného zájmu v mnoha zemích. Jedním z důvodů je to, že v široké veřejnosti podstatně vzrostlo vědomí významu ekologických funkcí půdy vedle její tradiční agronomické hodnoty. S tím souvisí i potřeba nových legislativních opatření v rámci politiky ochrany životního prostředí. V SRN je připraven ke schválení zákon o ochraně půdy, pro který je nutné vypracovat kritéria stanovení kvality půdy zahrnující nejen její fyzikální a chemické, nýbrž i biologické vlastnosti. Součástí zákona mají být také kritéria charakterizující stav edafonu a jeho aktivity. K tomu účelu může přispět i mezinárodní projekt, v rámci něhož jsou na pěti evropských pracovištích (včetně VÚRV Praha-Ruzyně) prováděna půdně biologická a chemická sledování (Filip, 1995). Jedním z cílů projektu je porovnat výsledky mikrobiologických

a chemických analýz půdy v různé míře ovlivněné antropogenní činností. Při výběru stanovišť jsme proto vybrali lokality dlouhodobě silně zatížené průmyslovými imisemi (Chomutovsko), středně zatížené (okolí Prahy) a málo zatížené (Českomoravská vysočina). Dále jsme využili možnosti odebrat vzorky z dlouhodobých výživářských pokusů, obsahujících mimo jiné varianty dlouhodobě nehnojené a varianty hnojené organicky i minerálně.

V průběhu roku 1995 byly půdní vzorky pětkrát odebrány a analyzovány chemickými, fyzikálně chemickými, mikrobiologickými a biochemickými metodami. V tomto příspěvku uvádíme výsledky mikrobiologických sledování.

MATERIÁL A METODA

Dlouhodobé výživářské polní pokusy

Pro účely projektu byly vybrány tři dlouhodobé výživářské polní pokusy (v Praze-Ruzyni, Lukavci u Pacova a v Březně u Chomutova). Pokus v Ruzyni (blok B) byl založen v roce 1955 na degradované černozemi, jílovitohlinité půdě. Po první devítihodinné rotaci (se zastoupením leguminóz) je zde od roku 1965 pěstována pouze cukrovka a jarní pšenice. Blížší informace uvádějí Klír et al. (1992). Pokus v Lukavci byl rovněž založen v roce 1955 na hnědé půdě písčito-hlinité. Osmihodinný osevní postup zahrnuje leguminózy. Blížší údaje uvádí Baier (1993). Pro naše sledování jsme vybrali po dvou variantách, a to nehnojené kontroly a varianty hnojené hnojem + NPK. Třetí pokus byl založen na důlní výsypce v Březně v roce 1979 a jeho původním cílem bylo porovnat různé způsoby rekultivace výsypky. Pro sledování jsme vybrali po dvou variantách ze dvou bloků. Na prvním bloku byla provedena tradiční rekultivace navrstvením 50 cm ornice, na druhém bloku bylo rozvrstveno 25 cm ornice a 400 t.ha⁻¹ elektrárenského popele. Vybrány byly každoročně hnojená varianta (70 t.ha⁻¹ čistírenských kalů) a nehnojená varianta. Přehled sledovaných stanovišť je uveden v tab. I.

Analytické metody

Půdní vzorky byly odebrány z orniční vrstvy 0 až 20 cm, zpracovány standardním způsobem a analyzovány do 24 h v čerstvém stavu. Mikrobiální biomasa byla stanovena metodou fumigace-extrakce (Vance et al., 1987), počty jednotlivých fyziologických skupin mik-

Stanoviště ¹	Zkratka ²	Půdní typ ³	Půdní druh ⁷	Hnojení ¹¹
Ruzyně 11	Ru11	černozem luvická ⁴	jilovitohlinitá ⁸	nehnojeno ¹²
Ruzyně 28	Ru28	černozem luvická	jilovitohlinitá	hnůj ¹³ + NPK
Lukavec 21	Lu21	kambizem ⁵	písečitolinitá ⁹	nehnojeno
Lukavec 14	Lu14	kambizem	písečitolinitá	hnůj + NPK
Březno 1	B1	antropozem ⁶ – 50 cm ornice ¹⁵	hlinitojilovitá ¹⁰	kaly ¹⁴
Březno 2	B2	antropozem – 50 cm ornice	hlinitojilovitá	nehnojeno
Březno 3	B3	antropozem – 25 cm ornice + popel ¹⁶	hlinitojilovitá	kaly
Březno 4	B4	antropozem – 25 cm ornice + popel	hlinitojilovitá	nehnojeno

¹site, ²abbreviation, ³great soil group, ⁴luvic chernozem, ⁵cambisol, ⁶anthropic soil, ⁷texture, ⁸clay loam, ⁹sandy loam, ¹⁰loam clay, ¹¹fertilisation, ¹²unfertilised, ¹³manure, ¹⁴sewage sludge, ¹⁵topsoil, ¹⁶ash

roorganismů deskovou zřetěvací metodou. Jednotný popis metod pro účely projektu (a maximální srovnatelnost výsledků) byl dohodnut předem (Filip, 1994). Pro statistické vyhodnocení byla použita jednocestná analýza variance a pro následné porovnání aritmetických průměrů Tukeyova metoda.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky stanovení biomasy půdních mikroorganismů jsou uvedeny v tab. II. Vypočteme-li průměr z pěti odběrů, je zřejmé, že dlouhodobá aplikace organického a minerálního hnojení zvýšila množství mikrobiální biomasy na všech lokalitách, včetně stanovišť obohacených čistírenskými kaly. Naproti tomu vliv zátěže průmyslovými imisemi se v průměrném množství mikrobiální biomasy v půdních vzorcích zřetelně neprojevil. Zjištěné rozdíly v průměrech měřených hodnot odpovídají spíše rozdílným půdním a klimatickým podmínkám.

Údaje v tab. II je nutné hodnotit také z hlediska jejich sezónní dynamiky. Variabilita získaných výsledků je totiž dána jednak variabilitou pocházející z heterogenity půdy, odběru půdních vzorků a analytických postupů, jednak sezónní dynamikou této hodnoty. Za předpokladu, že první zdroj variability je na jednotli-

vých lokalitách podobný, je možné odhadnout, jaká část zjištěné variability přísluší sezónní dynamice. Z tab. II je zřejmé, že sezónní dynamika obsahu mikrobiální biomasy v půdách více antropogenně zatížených (hnojených a zatížených imisemi, resp. popelem). Tomuto závěru se vymyká pouze nehnojená varianta B4, kde byla zjištěna vůbec nejvyšší variabilita. Vysoká variabilita v Lukavci zřejmě souvisí s vysokou skeletovitostí a s ní spojenou vysokou heterogenitou půdy.

Vyhodnotíme-li však údaje v tab. II jednocestnou analýzou variance, zjistíme, že rozdíly aritmetických průměrů obsahu mikrobiální biomasy mezi variantami hnojenými a nehnojenými nejsou na žádné lokalitě statisticky významné (stejnými písmeny jsou označeny soubory, které nejsou statisticky významně odlišné). Významný rozdíl je pouze mezi variantami Ru11 a Lu14, Ru11 a B1, Ru11 a B2 atd.

Celkové počty proteolytických mikroorganismů rostoucích na MPA (tab. III) nebyly průkazně vyšší ve variantách hnojených než nehnojených, podobně jako tomu bylo u množství biomasy. Rovněž tak variabilita měřených hodnot nevykazuje jednoznačnou tendenci. Podstatně se však lišily na rozdíl od množství biomasy mezi jednotlivými lokalitami. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny pouze mezi oběma ruzyňskými variantami a variantou B4.

II. Biomasa půdních mikroorganismů v µg C na 1 g sušiny – Biomass of soil microorganisms in µg C per 1 g dry matter

Datum odběru ¹ Lokalita ²	27. 3.–5. 4.	19.–22. 5.	19.–20. 6.	13. 9.	10. 10.	Průměr ³	t-test ⁴	Variabilita ⁵
Ru11	90,63	130,97	126,27	96,14	127,61	114,32	A	297,68
Ru28	154,22	162,45	185,88	147,40	191,85	168,36	ABC	306,58
Lu21	164,58	199,75	166,82	129,25	133,09	158,70	ABC	661,76
Lu14	161,59	229,18	226,97	121,38	164,08	180,64	BC	1 730,30
B1	230,68	217,21	227,57	185,84	179,82	208,22	C	453,42
B2	193,43	211,87	218,22	180,35	172,54	195,28	C	308,98
B3	161,14	189,20	196,94	126,75	154,47	165,70	ABC	638,44
B4	174,20	151,42	80,02	146,34	61,40	122,68	AB	1 923,04

¹sampling date, ²locality, ³average, ⁴t-test, ⁵variability

III. Celkový počet proteolytických mikroorganismů rostoucích na MPA (počet x 10 exp 6 v 1 g sušiny) – Total number of proteolytic microorganisms on MPA (CFU x 10 exp 6 in 1 g dry matter)

Datum odběru ¹ Lokalita ²	27. 3.–5. 4.	19.–22. 5.	19.–20. 6.	13. 9.	10. 10.	Průměr ³	t-test ⁴	Variabilita ⁵
Ru11	23,12	6,10	13,02	13,41	4,90	12,11	A	42,37
Ru28	25,56	9,30	18,50	7,23	22,50	16,62	A	51,96
Lu21	54,48	24,00	22,70	28,53	20,72	30,09	AB	155,36
Lu14	23,89	21,00	35,28	36,35	13,57	26,02	AB	75,44
B1	34,50	17,79	44,70	23,27	31,35	30,32	AB	86,40
B2	29,56	12,70	32,25	34,54	14,45	24,70	AB	85,30
B3	33,91	29,20	53,19	55,00	42,21	42,70	AB	104,22
B4	37,55	31,80	23,14	53,83	105,35	50,33	B	857,09

For 1–5 see Tab. II

IV. Počet sporotvorných proteolytických mikroorganismů rostoucích na MPA (počet x 10 exp 6 v 1 g sušiny) – Number of spore-forming proteolytic microorganisms (CFU x 10 exp 6 in 1 g dry matter)

Datum odběru ¹ Lokalita ²	27. 3.–5. 4.	19.–22. 5.	19.–20. 6.	13. 9.	10. 10.	Průměr ³	t-test ⁴	Variabilita ⁵
Ru11	47,46	5,30	7,98	5,69	7,64	14,81	A	267,54
Ru28	24,35	9,40	6,00	6,62	11,15	11,50	A	44,74
Lu21	15,21	2,60	11,65	8,38	4,87	8,54	A	20,59
Lu14	34,22	6,50	4,33	4,93	5,80	11,16	A	133,53
B1	24,28	11,01	30,57	7,48	6,27	15,92	A	94,60
B2	46,27	12,35	22,57	9,47	10,64	20,26	A	190,68
B3	16,14	2,70	18,19	4,02	4,75	9,16	A	43,57
B4	9,39	12,00	7,09	5,62	5,68	7,96	A	5,96

For 1–5 see Tab. II

V. Počet celulytických bakterií (počet x 10 exp 3 v 1 g sušiny) – Number of cellulolytic bacteria (CFU x 10 exp 3 in 1 g dry matter)

Datum odběru ¹ Lokalita ²	27. 3.–5. 4.	19.–22. 5.	19.–20. 6.	13. 9.	10. 10.	Průměr ³	t-test ⁴	Variabilita ⁵
Ru11	7,30	8,14	8,39	13,44	1,00	7,65	A	15,73
Ru28	16,50	5,88	8,66	21,28	3,03	11,07	A	46,22
Lu21	12,00	4,28	4,91	13,76	3,65	7,72	A	18,22
Lu14	9,00	5,59	5,36	17,45	3,85	8,25	A	24,00
B1	12,10	2,54	8,45	5,02	4,31	6,48	A	11,57
B2	3,20	2,64	13,33	7,73	4,33	6,25	A	15,67
B3	6,00	1,34	10,26	20,95	8,57	9,42	A	42,27
B4	5,40	2,04	4,82	16,55	5,06	6,77	A	25,32

For 1–5 see Tab. II

Srovnáním počtů mikroorganismů a jejich biomasy zjistíme, že každá z těchto charakteristik vykazuje poněkud jiné tendence, ačkoli v podstatě jde o téměř identické parametry. Je však třeba si uvědomit, že metody stanovení těchto hodnot jsou založeny na odlišných principech, a tedy i výsledky jimi získané se mohou podstatně lišit.

Při stanovení sporulujících mikroorganismů (tab. IV) jsme získali podobné výsledky jako u celkových počtů

proteolytických mikroorganismů, avšak nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými variantami. Statisticky významné rozdíly nebyly zjištěny ani při stanovení celulytických bakterií (tab. V). Velmi citlivým ukazatelem se oproti tomu ukázaly počty celulytických aktinomycet (tab. VI). Jejich průměrné počty jsou mnohonásobně vyšší ve variantách více ovlivněných antropogenní činností (např. v Ruzyňu asi osmkrát vyšší ve variantě hnojené než nehnojené

VI. Počet celulólytických aktinomycet (počet x 10 exp 3 v 1 g sušiny) – Number of cellulolytic actinomycetes (CFU x 10 exp 3 in 1 g dry matter)

Datum odběru ¹ Lokalita ²	27. 3.–5. 4.	19.–22. 5.	19.–20. 6.	13. 9.	10. 10.	Průměr ³	t-test ⁴	Variabilita ⁵
Ru11	0,90	1,74	0,00	0,00	0,00	0,53	A	0,49
Ru28	4,50	3,53	0,00	0,00	12,10	4,03	AB	19,62
Lu21	3,20	3,66	0,00	0,00	2,43	1,86	A	2,46
Lu14	6,50	0,62	0,00	0,00	12,34	3,89	AB	23,83
B1	7,70	15,88	16,45	44,21	25,02	21,85	AB	155,01
B2	39,00	21,83	6,66	16,48	25,83	21,96	AB	113,90
B3	22,00	90,54	13,30	3,22	33,86	32,58	B	941,33
B4	3,40	25,85	19,28	11,56	17,78	15,57	AB	57,70

For 1–5 see Tab. II

VII. Celkový počet aktinomycet (počet x 10 exp 5 v 1 g sušiny) – Total number of actinomycetes (CFU x 10 exp 5 in 1 g dry matter)

Datum odběru ¹ Lokalita ²	27. 3.–5. 4.	19.–22. 5.	19.–20. 6.	13. 9.	10. 10.	Průměr ³	t-test ⁴	Variabilita ⁵
Ru11	4,90	1,74	0,61	0,27	0,19	1,54	A	3,13
Ru28	7,30	7,06	0,66	0,52	0,07	3,12	A	11,02
Lu21	15,20	6,11	4,91	0,32	2,74	5,86	A	25,73
Lu14	7,70	11,18	3,30	0,28	2,84	5,06	A	15,06
B1	20,40	5,08	21,48	0,72	2,48	10,03	A	81,36
B2	11,50	3,96	3,87	0,98	0,92	4,25	A	14,91
B3	20,30	9,39	17,73	0,97	1,98	10,07	A	62,41
B4	16,10	5,44	12,53	3,78	1,80	7,93	A	29,78

For 1–5 see Tab. II

VIII. Počty vláknitých hub rostoucích na agaru podle Martina (počet x 10 exp 4 v 1 g sušiny) – Number of filamentous fungi growing on Martin's agar (CFU x 10 exp 4 in 1 g dry matter)

Datum odběru ¹ Lokalita ²	27. 3.–5. 4.	19.–22. 5.	19.–20. 6.	13. 9.	10. 10.	Průměr ³	t-test ⁴	Variabilita ⁵
Ru11	9,74	7,75	11,67	14,23	3,60	9,40	A	12,99
Ru28	13,39	14,52	13,12	20,00	6,00	13,41	AB	19,93
Lu21	11,40	15,80	16,69	22,22	12,18	15,66	AB	14,87
Lu14	7,75	11,18	18,08	19,71	6,17	12,58	AB	29,49
B1	14,05	13,97	24,68	28,53	14,37	19,12	AB	38,85
B2	12,85	15,44	16,25	37,23	15,77	19,51	AB	79,91
B3	25,77	16,09	24,22	31,79	26,38	24,85	A	25,70
B4	22,80	23,13	8,70	24,52	6,93	17,22	AB	59,57

For 1–5 see Tab. II

a srovnáme-li varianty Ru11 a B3, pak téměř 60krát vyšší). Vzhledem k vysoké variabilitě výsledků však byly statisticky významné rozdíly potvrzeny pouze mezi ruzyňskými variantami a variantou B3. Celkové počty aktinomycet (tab. VII) vykazují podobné tendence jako počty celulólytických aktinomycet, avšak rozdíly průměrných hodnot nejsou statisticky významné. Počty vláknitých hub (tab. VIII) byly relativně málo variabilní. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi varian-

tami Ru11 a B3, třebaže byl relativně několikanásobně nižší než v předchozím případě. Nejcitlivěji reagující měřenou hodnotou na antropogenní ovlivnění půdy byly počty volně žijících nitrogenních bakterií (tab. IX). Organické a minerální hnojení redukovalo počty těchto mikroorganismů zhruba na polovinu, na imisemi silně zasažené lokalitě v Březně bylo zjišťováno minimální množství těchto mikroorganismů. Rozdíl průměrného počtu bakterií v Ruzyni a Březně (B2) přesahuje tři řá-

IX. Počty volně žijících N2 fixujících bakterií (počet x 10 exp 1 v 1 g sušiny) – Number of the free-living N2 fixing bacteria (CFU x 10 exp 1 in 1 g dry matter)

Datum odběru ¹ Lokalita ²	27. 3.–5. 4.	19.–22. 5.	19.–20. 6.	13. 9.	10. 10.	Průměr ³	t-test ⁴	Variabilita ⁵
Ru11	1 277,80	390,00	826,90	4 966,20	132,00	1 518,58	A	3 123 755,36
Ru28	1 765,20	550,00	560,70	943,30	379,00	839,64	AB	248 258,95
Lu21	24,07	35,00	9,81	440,70	36,56	109,23	AB	27 559,99
Lu14	51,65	138,00	24,76	61,60	6,17	56,44	AB	2 046,46
B1	5,11	0,00	0,00	0,72	0,39	1,24	B	3,81
B2	5,14	0,00	0,00	0,37	0,39	1,18	B	3,95
B3	1,36	4,00	1,40	1,21	0,39	1,67	B	1,49
B4	63,03	0,00	0,43	0,36	0,41	12,85	B	629,63

For 1–5 see Tab. II

X. Počty oligotrofních mikroorganismů rostoucích na zředěném (1 : 100) MPA (počet x 10 exp 6 v 1 g sušiny) – Number of oligotrophic microorganisms growing on diluted (1 : 100) MPA (CFU x 10 exp 6 in 1 g dry matter)

Datum odběru ¹ Lokalita ²	27. 3.–5. 4.	19.–22. 5.	19.–20. 6.	13. 9.	10. 10.	Průměr ³	t-test ⁴	Variabilita ⁵
Ru11	64,50	18,61	64,72	18,98	5,78	34,52	A	626,29
Ru28	72,00	14,13	51,16	85,94	31,53	50,95	AB	680,06
Lu21	60,80	41,58	39,27	79,31	39,00	51,99	AB	252,58
Lu14	46,50	47,23	59,02	65,30	37,03	51,02	AB	99,69
B1	143,00	55,91	81,80	86,82	48,33	83,17	AB	1 110,35
B2	96,40	48,96	84,72	85,02	35,47	70,11	AB	554,84
B3	111,00	67,07	142,80	104,75	74,30	99,98	B	744,06
B4	124,70	59,87	73,27	94,51	23,56	75,18	AB	1 145,71

For 1–5 see Tab. II

dy. Hranice statistické významnosti však bylo dosaženo pouze mezi variantou Ru11 a všemi variantami v Břežně. Počty oligotrofních mikroorganismů (tab. X), tj. mikroorganismů s delší generační dobou rostoucích na velmi zředěném médiu, tedy těch, které představují autochtonní mikroflóru půd, připomínají tendence pozorované u aktinomycet. Jsou vyšší na antropogenně více ovlivněných lokalitách (organicky a minerálně hnojených a zasažených imisemi). Hranice statistické významnosti však bylo dosaženo pouze při srovnání variant Ru11 a B3.

V této studii jsme porovnávali výskyt půdních mikroorganismů ve vzorcích z půd dlouhodobě, avšak v různé míře ovlivněných antropogenní činností (průmyslovými imisemi a organickým a minerálním hnojením). Využili jsme k tomu účelu možnost analyzovat půdní vzorky z dlouhodobých výživářských pokusů VÚRV Praha-Ruzyně, což samo o sobě mělo několik podstatných výhod. Především to byla nižší heterogenita půd v polních pokusech, které jsou obdělávány s větší rovnoměrností a pečlivostí než běžně obhospodařované plochy, dále pak dlouhodobě konstantní a dokumentovaný systém obhospodařování a hnojení, umožňující využití databáze polních pokusů. Konečně,

existuje minimální pravděpodobnost, že bychom odebrali vzorky z lokalit v minulosti výrazně zasažených např. extrémní dávkou pesticidů, z míst, kde byla skládka hnoje, apod. To vše objektivně přispělo ke snížení variability měřených hodnot. Přesto byla skutečná variabilita vysoká, takže při statistickém zpracování jsme mohli potvrdit významné rozdíly pouze u několika pokusných variant.

Z dosažených výsledků lze odvodit dva závěry. Jednak, že sledované charakteristiky vykazují výraznou sezonní dynamiku, která velmi podstatně zvyšuje variabilitu měřených hodnot. Pro eventuální využití těchto analýz jako kritérií stavu, resp. kvality půdy by tedy bylo nutné standardizovat nejen metody odběru a zpracování půdních vzorků, ale také dobu jejich odběru. Kromě toho je zřejmé, že pět stanovení těchto hodnot není dostatečné. Pro získání statisticky významných rozdílů by bylo nutné dlouhodobější sledování a rozsáhlejší soubory dat. Lze proto doporučit pokračování projektu. Nicméně, je zřejmé, že některé sledované parametry (počty nitrogenních volně žijících bakterií, aktinomycet, zvláště celulólytických, a mikrobiální biomasa) mohou výrazným způsobem reflektovat vliv hnojení a antropogenní zátěže na půdní mikroflóru.

Poděkování

Výsledky uvedené v této práci byly zčásti získány v rámci projektu č. 107 05 001/08 Spolkového úřadu pro životní prostředí (Umweltbundesamt, Berlin).

LITERATURA

BAIER, J.: 35 let dlouhodobých stacionárních výživářských pokusů v Čechách, na Moravě a na Slovensku. Rostl. Vyr., 39, 1993: 1149–1151.

FILIP, Z.: Methods of soil analysis for research project „Development and evaluation of biological methods for the characterization of undisturbed or anthropogenic polluted soils“. Langen, 1994. 48 s.

FILIP, Z.: Microbiological and biochemical assessment of soil quality: the conception and some preliminary results of an international proposal. Proc. Int. Conf. From soil survey to sustainable farming, Stará Lesná, October 3–5, 1995.

KLÍR, J. – ŠKARDA, M. – MARKOVÁ, J.: Effect of organic fertilizing on the nutrients balances in long-term field experiment in Praha-Ruzyně. Proc. Symp. Long-term field experiments and nutrient dynamics, Bad Lauchstädt, 1992: 73–77.

KÖRSCHENS, M.: C-N-Langzeitdynamik im Statischen Düngungsversuch Lauchstädt. Kohlenstoff- und Stickstoffdynamik im Boden sowie Programme zur Steuerung der organischen Düngung, Berlin, 1990: 81–90.

VANCE, E. D. – BROOKES, P. C. – JENKINSON, D. S.: An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biol. Biochem., 19, 1987: 703–707.

Došlo 28. 3. 1996

Kontaktní adresa:

Ing. Olga Mikanová, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/36 08 51, fax: 02/36 52 28

ÚSTŘEDNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ KNIHOVNA, PRAHA 2, SLEZSKÁ 7

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna v Praze (dále jen ÚZLK), která je jednou z největších zemědělských knihoven na světě, byla založena v roce 1926. Již od počátku šlo o knihovnu veřejnou. Knihovna v současné době obsahuje více než jeden milion svazků knih, cestovních zpráv, dizertací, literatury FAO, svázaných ročníků časopisů z oblasti zemědělství, lesnictví, veterinární medicíny, ekologie a dalších oborů. Knihovna odebírá 750 titulů domácích a zahraničních časopisů. Informační prameny získané do fondu jsou v ÚZLK zpracovávány do systému katalogů – je budován jmenný katalog a předmětový katalog jako základní katalogy knihovny a dále různé speciální katalogy a kartotéky. Počátkem roku 1994 přistoupila ÚZLK k automatizovanému zpracování knihovního fondu v systému CDS/ISIS.

Pro informaci uživatelů o nových informačních pramenech ve fondech ÚZLK zpracovává a vydává knihovna následující publikace: Přehled noviniek ve fondu ÚZLK, Seznam časopisů objednaných ÚZLK, Přehled rešerší a tematických bibliografií z oborů zemědělství, lesnictví a potravinářství, AGROFIRM – zpravodaj o přírůstcích firemní literatury (je distribuován na disketách), AGROVIDEO – katalog videokazet ÚZLK.

V oblasti mezinárodní výměny publikací knihovna spolupracuje s 800 partnery ze 45 zemí světa. Knihovna je členem IAALD – mezinárodní asociace zemědělských knihovníků. Od září 1991 je členem mezinárodní sítě zemědělských knihoven AGLINET a od 1. 1. 1994 je depozitní knihovnou materiálů FAO pro Českou republiku.

Knihovna poskytuje svým uživatelům následující služby:

Výpůjční služby

Výpůjční služby jsou poskytovány všem uživatelům po zaplacení ročního registračního poplatku. Mimopražští uživatelé mohou využít možností meziknihovní výpůjční služby. Vzácné publikace a časopisy se však půjčují pouze prezenčně.

Reprografické služby

Knihovna zabezpečuje pro své uživatele zhotovování kopií obsahů časopisů a následné kopie vybraných článků. Na počkání jsou zhotovovány kopie na přání uživatelů. Pro pražské a mimopražské uživatele jsou zabezpečovány tzv. individuální reproslužby.

Služby z automatizovaného systému firemní literatury

Jsou poskytovány z databáze firemní literatury, která obsahuje téměř 13 000 záznamů 1 700 firem.

Referenční služby

Knihovna poskytuje referenční služby vlastních databází knižních noviniek, odebíraných časopisů, rešerší a tematických bibliografií, vědeckotechnických akcí, firemní literatury, videotéky, dále z databází převzatých – Celostátní evidence zahraničních časopisů, bibliografických databází CAB a Current Contents. Cílem je podat informace nejen o informačních pramenech ve fondech ÚZLK, ale i jiné informace zajímavé zemědělskou veřejností.

Půjčování videokazet

V AGROVIDEU ÚZLK jsou k dispozici videokazety s tematikou zemědělství, ochrany životního prostředí a příbuzných oborů. Videokazety zasílá AGROVIDEO mimopražským zájemcům poštou.

Uživatelům knihovny slouží dvě studovny – všeobecná studovna a studovna časopisů. Obě studovny jsou vybaveny příručkovou literaturou. Čtenáři zde mají volný přístup k novinkám přírůstků knihovního fondu ÚZLK.

Adresa knihovny:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna
Slezská 7
120 56 Praha 2

Výpůjční doba:

pondělí, úterý, čtvrtek:	9.00–16.30
středa	9.00–18.00
pátek	9.00–13.00

Telefonické informace:

vedoucí:	24 25 50 74, e-mail: IHOCH@uzpi.agrec.cz
referenční služby:	24 25 79 39/linka 520
časopisy:	24 25 66 10
výpůjční služby:	24 25 79 39/linka 415
meziknihovní výpůjční služby:	24 25 79 39/linka 304
Fax:	24 25 39 38
E-mail:	ÚZLK@uzpi.agrec.cz

VLIV DLOUHODOBÉHO HNOJENÍ A ANTROPOGENNÍ ZÁTĚŽE NA AKTIVITU PŮDNÍ MIKROFLÓRY

EFFECTS OF LONG-TERM FERTILISATION AND ANTHROPOGENIC LOAD ON ACTIVITY OF THE SOIL MICROFLORA

J. Kubát¹, D. Cerhanová¹, O. Mikanová¹, A. Hanzlíková¹, Z. Filip²

¹ *Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, Czech Republic*

² *Federal Office of Environment, Institute for Water, Soil and Air Hygiene, Langen, Germany*

ABSTRACT: This paper follows up the previous one (Mikanová et al., 1996), in which the aim of the research has been described, and the soil sites involved have been characterised. In the same paper the results of the determination of microbial biomass and numbers of individual groups of microorganisms in soil of different quality have been described. Soil samples taken 5 times during 1995 were processed by sieving (2 mm mesh) and analysed. For respiration measurements, portions of 75 g of fresh soil samples were put into flasks containing 25 ml or 50 ml 0.1N NaOH. Three replicates were incubated for 27 to 35 days at 25 °C and CO₂ production was determined titrimetrically from 8 to 10 times during the incubation period. In addition to the basal respiration, a reactive respiration was also measured in soil samples mixed with 0.3 g lucerne meal. At the end of incubation, soil samples were removed from the flasks, air dried at room temperature and the activity of dehydrogenases was determined by measuring the reduction of TTC. The average initial rate of the basal respiration was higher in soil samples from control plots with exception of the soil naturally containing higher amounts of not humified organic matter (site at Lukavec). The differences in respiration activity of soils from the individual localities were probably due to the different physical state of the soils tested. This may be true also for cumulative CO₂ production calculated after 27 days. In order to elucidate whether the degradation and mineralization of plant organic matter in soils can be affected by the anthropogenic load, the long-term reactive respiration activity in soil samples was determined. The calculated values of analysis of variance has shown that there were no significant differences among individual variants in this respect. The same was true for the accounted degree of substrate mineralization. Only the activity of dehydrogenases differed significantly in soil samples from the individual localities. There were no measurable activities in fact, there was zero dehydrogenase in soil samples from the extremely polluted area (site at Březno).

long-term fertilisation; anthropogenic load; indication of soil quality; respirant activity; dehydrogenase activity

ABSTRAKT: V dlouhodobých polních výživářských pokusech založených v různých půdních a klimatických podmínkách a současně v různé míře vystavených vlivu průmyslových imisí byla sledována bazální a reaktivní respirační aktivita a dehydrogenázová aktivita. Průměrná počáteční rychlost respirace byla s výjimkou půdních vzorků z Lukavce vyšší na nehněných než na hnojených variantách. Největší rozdíl byl pozorován mezi variantami B3 a B4. Příčinou mohl být zvýšený obsah těžkých kovů v každoročně aplikovaném hnojení čistírenskými kaly. Rozdíly mezi jednotlivými lokalitami jsou důsledkem nejen imisní zátěže, ale také dalších faktorů, zejména fyzikálních vlastností půdy a klimatických podmínek. Tyto faktory v ještě větší míře ovlivnily kumulativní produkci CO₂ půdními vzorky. Měření dlouhodobé reaktivní respirace po přidání vojtěškové moučky neprokázalo významné ovlivnění procesů rozkladu a mineralizace organických látek ve zkoumaných půdních vzorcích. Totéž platí i o výpočtu stupně mineralizace substrátu. Byly zjištěny podstatné rozdíly v dehydrogenázové aktivitě půdních vzorků z jednotlivých lokalit. Zatímco půdní vzorky z Ruzyně a Lukavce vykazovaly významnou dehydrogenázovou aktivitu, ve vzorcích z Března byla tato aktivita pod hranici měřitelnosti.

dlouhodobé hnojení půdy; antropogenní zátěž; indikace půdní kvality; respirační aktivita; dehydrogenázová aktivita

ÚVOD

Příspěvek je pokračováním předchozí práce (Mikanová et al., 1996), v níž byly popsány výsledky stanovení biomasy půdních mikroorganismů a počty vybraných fyziologických skupin mikroorganismů v pů-

dách různě hnojených a zatížených antropogenní činností. Hodnotí výsledky měření bazální a reaktivní respirační aktivity a dehydrogenázové aktivity. Cíle práce jsou uvedeny v předchozím příspěvku. Popis mezinárodního projektu, do jehož rámce tento výzkum spadá, uvádí Filip (1995).

V průběhu roku 1995 byly pětikrát odebrány půdní vzorky z vybraných stanovišť a byla stanovována jejich biologická aktivita. Výběr stanovišť je popsán v předchozí práci (Mikanová et al., 1996). Pro snazší orientaci uvádíme v tab. I pouze přehled vybraných stanovišť a variant hnojení. Při výběru sledovaných půd jsme využili dlouhodobých polních pokusů VÚRV Praha-Ruzyně založených v různých půdních a klimatických podmínkách a současně v lokalitách různě zatížených antropogenními vlivy. Jako měřítka antropogenní zátěže jsme použili údaje monitoringu průmyslových imisí, a to průměrných ročních koncentrací SO_2 a prachu v ovzduší. Lokalita v Březně u Chomutova patří k extrémně zatíženým, v Praze-Ruzyni k středně zatíženým a v Lukavci u Pacova k relativně čistým oblastem.

Analytické metody

Půdní vzorky byly odebírány z orniční vrstvy 0 až 20 cm, standardním způsobem zpracovány a v čerstvém stavu a nejkratší možné době po odběru (2 až 3 dny) podrobeny respiračnímu testu. Do té doby byly uchovávány v při 4 °C. 75 g jemnozeme bylo navažováno do 150 ml kádinek, které byly vkládány do zavařovacích láhví s předlohou 25 ml (resp. 50 ml) 0,1N NaOH. Nádoba pak byla těsně uzavřena. Pro každý vzorek byla založena tři opakování. Inkubace probíhala při 25 °C. Ve stanovených intervalech byla kádinka s půdním vzorkem vyňata a zpětnou titrací 0,1N HCl bylo stanoveno množství produkovaného CO_2 za daný časový interval. Pak byla nádoba vymyta, napipetována do ní nová předloha, vložen původní vzorek a pokračovala další inkubace. Měření a opěťované nasazení pokusu trvalo asi 1 h, CO_2 produkovaný během této doby se zanedbává. Téměř stejným způsobem byla měřena reaktivní respirace. Rozdíl byl pouze v tom, že k naváženému půdnímu vzorku bylo přidáno 0,3 g mleté vojtěškové moučky, která byla s půdním vzorkem rovnoměrně promíchána.

Celková doba inkubace byla 27 až 35 dní. Údaje o celkové produkci CO_2 a mineralizaci substrátu byly

vypočteny jednotně na 27 dní inkubace. Po inkubaci byly půdní vzorky vysušeny při laboratorní teplotě a poté redukcí TTC stanovena dehydrogenázová aktivita. Přesný popis metod pro účely projektu (a maximální srovnatelnost výsledků) byl dohodnut a sestaven předem (Filip, 1994).

Při statistickém vyhodnocení byla použita jednocestná analýza variance a pro následné porovnání aritmetických průměrů Tukeyova metoda.

VÝSLEDKY A DISKUSE

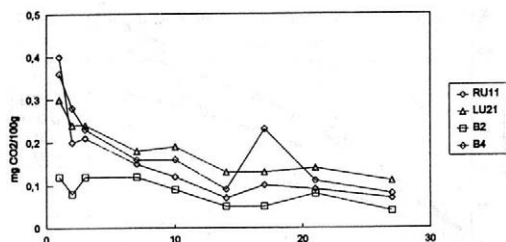
Počáteční rychlost respirace

Respirační rychlost byla v důsledku provzdušení půdního vzorku zvýšená v prvním období inkubace (flush), které trvalo cca 5 dní. Po tomto období následovaly jen málo odlišné hodnoty. Pro ilustraci uvádíme výsledky z prvního odběru (obr. 1 a 2). Hodnoty bazální respirace v pozdějších obdobích inkubace (od 5. dne dále) přibližně reflektují obsah nehumifikované půdní organické hmoty (nejvyšší byly v obou variantách z Lukavce). Usuzujeme, že v důsledku klimatických podmínek (nižší teplota, kratší tzv. účinná mineralizační doba) obsahuje humusový horizont v Lukavci větší množství rozložitelné půdní organické hmoty. Lze to demonstrovat např. porovnáním obsahu organického C a obsahu tzv. jemných částic (částice menší než 6,3 μm) v půdních vzorcích z Lukavce a Ruzyně. Körschens (1980) na rozsáhlém souboru dat z dlouhodobých polních pokusů v Německu ukázal, že existuje lineární závislost mezi obsahem jemných částic v půdě a obsahem tzv. inertního organického C a N. Každému půdnímu vzorku tak přísluší podle jeho obsahu jemných částic určité množství inertního organického C a rozdíl mezi celkovým a inertním organickým C je rozložitelný C, tedy rozložitelná organická hmota. Obsah C ve vzorku z varianty Ru11 je nižší než z varianty Lu21 (1,17 % a 1,44 %), zatímco obsah jemných částic ve vzorku z varianty Ru11 je téměř dvojnásobný (41,45 % oproti 21,49 %).

I. Vybraná stanoviště a varianty hnojení – Chosen soil sites and fertilization variants

Stanoviště ¹	Zkratka ²	Půdní typ ³	Půdní druh ⁷	Hnojení ¹¹
Ruzyně 11	Ru11	černozem luviská ⁴	jílovitohlinitá ⁸	nehnojeno ¹²
Ruzyně 28	Ru28	černozem luviská	jílovitohlinitá	hnůj ¹³ + NPK
Lukavec 21	Lu21	kambizem ⁵	písčitohlinitá ⁹	nehnojeno
Lukavec 14	Lu14	kambizem	písčitohlinitá	hnůj + NPK
Březno 1	B1	antropozem ⁶ – 50 cm ornice ¹⁵	hlinitojílovitá ¹⁰	kaly ¹⁴
Březno 2	B2	antropozem – 50 cm ornice	hlinitojílovitá	nehnojeno
Březno 3	B3	antropozem – 25 cm ornice + popel ¹⁶	hlinitojílovitá	kaly
Březno 4	B4	antropozem – 25 cm ornice + popel	hlinitojílovitá	nehnojeno

¹site, ²abbreviation, ³great soil group, ⁴luvic chernozem, ⁵cambisol, ⁶anthropic soil, ⁷texture, ⁸clay loam, ⁹sandy loam, ¹⁰loam clay, ¹¹fertilisation, ¹²unfertilised, ¹³manure, ¹⁴sewage sludge, ¹⁵topsoil, ¹⁶ash



1. Bazální respirační aktivita půdních vzorků z nehněných variant (odběr 27. 3.) – Basal respiration activity of soil samples from not fertilised variants (sampling 27. 3.)

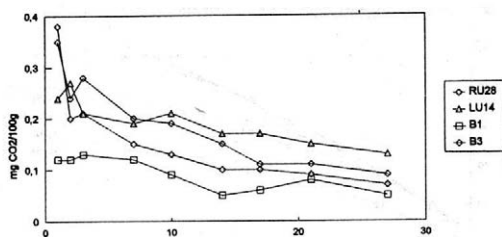
osa x: dny inokulace – x axis: days of inoculation

Naproti tomu počáteční rychlost respirace může být považována za měřítko citlivosti půdního vzorku na změnu fyzikálních podmínek (teploty a aerace). Lze předpokládat, že půdy nepoškozené budou mít tuto reakci vyšší než půdy poškozené. Počáteční rychlost respirace by tak mohla být jedním z kritérií kvality půdy. Vypočetli jsme proto průměrnou počáteční rychlost respirace (produkce CO₂ během prvních 24 h inkubace) z pěti odběrů. Výsledky jsou uvedeny v obr. 3. Pokud bychom nehodnotili varianty B1 a B2, odpovídaly by výsledky předpokládanému stupni aerace půd v přirozeném uložení: lehké skeletovité půdy v Lukavci jsou nepochybně lépe aerované než těžké půdy v Ruzyni a Břežně, a tak jejich reakce na provzdušení je menší. Vliv antropogenní zátěže byl menší, projevil se více v Břežně, kde byla průměrná počáteční respirace půdních vzorků z nehněné varianty B4 o 23 % vyšší než ve variantě B3 hnojené čistírenskými kaly. U ruzyňských variant byl tento rozdíl menší, u lukaveckých bylo pořadí opačné. Vůbec nejnižší měřené hodnoty průměrné počáteční rychlosti respirace u půdních vzorků z variant B1 a B2 lze pravděpodobně vysvětlit pouze tím, že jde o půdy extrémně těžké, které se nepodařilo provzdušit ani při přípravě vzorků.

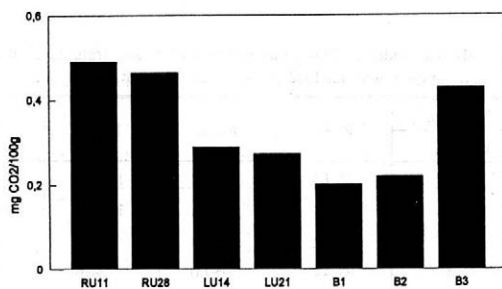
Je tedy zřejmé, že počáteční rychlost respirace přispívá k charakteristice biologické aktivity půdy, která může být měřítkem kvality půdy. Pro správnou interpretaci naměřených hodnot je však nutné mít k dispozici další údaje, především o obsahu a kvalitě půdní organické hmoty a textuře, koncentraci škodlivin apod.

Kumulativní produkce CO₂

Další možnost posouzení biologické aktivity půdy poskytuje kumulativní produkce CO₂ půdními vzorky během 27denní inkubace. Výsledky z prvního odběru jsou uvedeny na obr. 4 a 5. Celkové množství produkovaného CO₂ bylo nejvyšší v obou variantách z Lukavce, což je lokalita nejméně zasažená průmyslovými imisemi, ale současně také lokalita, na níž je v důsledku klimatických podmínek nejvyšší obsah surového humusu v půdě. Nejnižší produkce CO₂ byla zjištěna ve



2. Bazální respirační aktivita půdních vzorků z hnojených variant (odběr 27. 3.) – Basal respiration activity of soil samples from fertilised variants (sampling 27. 3.)



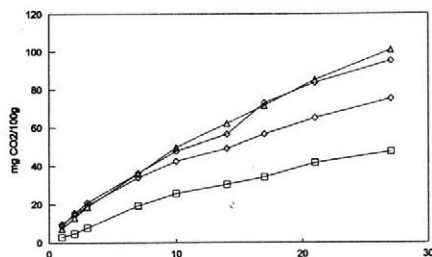
3. Počáteční rychlost respirace půdních vzorků (průměr z 5 odběrů) – Initial respiration rate of soil samples (average from 5 samplings)

variantách B1 a B2. Dlouhodobé organické a minerální hnojení na všech stanovištích poněkud zvýšilo množství CO₂ produkovaného během 27denní inkubace.

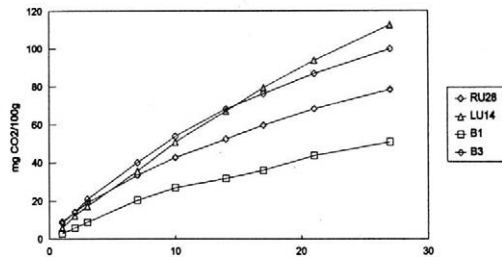
Stejně relace můžeme pozorovat v tab. II, v níž jsou uvedena množství produkovaného CO₂ během 27denní inkubace při jednotlivých odběrech a z naměřených hodnot je vypočítán průměr. Rozdíly průměrů jednotlivých variant však nejsou statisticky průkazné.

Reaktivní respirace

Kromě bazální respirace, tj. respirace bez přidavku substrátu, jsme měřili také respiraci půdních vzorků obohacených přidavkem substrátu (mleté vojtěškové moučky). Vycházeli jsme přitom z předpokladu, že půda poškozená do té míry, že by byly zasaženy klíčové procesy půdního metabolismu, k nimž nepochybně patří procesy rozkladu, mineralizace a humifikace organických látek, by měla reagovat na přidávek substrátu jiným způsobem než půda nepoškozená. Vzhledem k tomu, že přidávek substrátu zvyšuje aktivitu půdní mikroflóry o několik řádů, měly by být eventuální rozdíly výrazné a snadno měřitelné. Vypočetli jsme proto také kumulativní křivky produkce CO₂ půdními vzorky obohacenými přidavkem vojtěškové moučky pro jednotlivé odběry. Celkové množství produkovaného CO₂ za 27 dní inkubace je uvedeno v tab. III. Porovnáme-li naměřené hodnoty pro jednotlivé varianty a zejména průměry z pěti měření, zjistíme, že rozdíly jsou mini-



4. Kumulativní bazální produkce CO_2 půdními vzorky z nehojených variant (odběr 27. 3.) – Cumulative basal CO_2 production by soil samples from not fertilised variants (sampling 27. 3.)



5. Kumulativní bazální produkce CO_2 půdními vzorky z hnojených variant (odběr 27. 3.) – Cumulative basal CO_2 production by soil samples from fertilised variants (sampling 27. 3.)

II. Celková produkce CO_2 půdními vzorky bez substrátu za 27 dní inkubace ($\text{mg CO}_2/100 \text{ g}$ sušiny za 27 dní) – Total CO_2 production by soil samples without lucerne in 27 day incubation ($\text{mg CO}_2/100 \text{ g}$ dry matter per 27 days)

Variant ¹								
Odběr ²	Ru11	Ru28	Lu14	Lu21	B1	B2	B3	B4
1	75,12	78,24	112,32	100,80	50,88	47,52	99,60	95,04
2	78,00	96,16	105,60	93,60	61,20	67,68	99,36	117,60
3	83,52	87,84	97,20	68,88	49,68	57,12	110,40	84,48
4	97,44	105,60	78,96	76,80	73,20	64,80	90,72	108,96
5	66,00	67,44	39,66	47,28	45,60	41,76	66,48	56,16
Průměr ³	80,02	87,06	86,75	77,47	56,11	55,78	93,31	92,45
t-test ⁴	A	A	A	A	A	A	A	A

¹variant, ²sampling, ³average, ⁴t-test

III. Celková produkce CO_2 půdními vzorky s přidavkem substrátu za 27 dní inkubace ($\text{mg CO}_2/100 \text{ g}$ sušiny za 27 dní) – Total CO_2 production by soil samples with lucerne in 27 day incubation ($\text{mg CO}_2/100 \text{ g}$ dry matter per 27 days)

Variant ¹								
Odběr ²	Ru11	Ru28	Lu14	Lu21	B1	B2	B3	B4
1	417,36	434,40	551,28	508,80	426,24	422,64	455,04	487,44
2	411,12	431,52	493,44	482,40	424,80	448,08	480,00	509,52
3	475,44	476,88	512,88	499,68	469,44	462,48	561,36	511,20
4	465,20	510,72	477,84	503,00	460,56	470,40	504,00	514,08
5	301,20	316,32	288,00	305,04	250,68	259,92	263,28	263,28
Průměr ³	414,06	433,97	464,69	459,78	406,34	412,70	452,74	457,10
t-test ⁴	A	A	A	A	A	A	A	A

For I–4 see Tab. II

mální, což potvrzují výsledky analýzy variance uvedené v tab. III.

Relativně, např. v procentuálním vyjádření, jsou mnohem menší než rozdíly v celkové produkci CO_2 půdními vzorky bez přidavku substrátu.

Stupeň mineralizace substrátu

Odečteme-li od hodnot reaktivní respirace příslušné hodnoty bazální respirace (a zanedbáme-li priming

effect), získáme hodnoty přibližně charakterizující stupeň mineralizace substrátu (tab. IV). Je zřejmé, že rozdíly mezi jednotlivými variantami se dále zmenšily. Analýza variance nepotvrdila statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými variantami. Lze tedy konstatovat, že jak samotné měření kumulativní reaktivní respirace, tak stupeň mineralizace substrátu neindikují porušení rozkladných a mineralizačních procesů ve zkoumaných půdních vzorcích. Rozdílný způsob antropogenní zátěže půd ze zkoumaných lokalit tedy zřejmě nezasáhl tyto klíčové procesy půdního metabolismu.

IV. Porovnání stupně mineralizace substrátu za 27 dní inkubace (mg CO₂/100 g sušiny za 27 dní) – Substrate mineralisation in 27 day incubation (mg CO₂/100 g dry matter per 27 days)

Varianta ¹	Ru11	Ru28	Lu14	Lu21	B1	B2	B3	B4
Odběr ²								
1	342,24	356,16	438,96	408,00	375,36	375,12	355,44	392,40
2	333,12	335,36	387,84	388,80	363,60	380,40	380,64	391,92
3	391,92	389,04	415,68	430,80	419,76	405,36	450,96	426,72
4	367,76	405,12	398,88	426,20	387,36	405,60	413,28	405,12
5	235,20	248,88	248,34	257,76	205,08	218,16	196,80	207,12
Průměr ³	334,05	346,19	377,94	382,31	350,23	356,93	359,42	364,68
t-test ⁴	A	A	A	A	A	A	A	A

For 1–4 see Tab. II

V. Dehydrogenázová aktivita po respiraci bez substrátu (μg TPF/100 ml) – Activity of dehydrogenases after respiration without substrate (μg TPF/100 ml)

Datum odběru ¹	27. 3.–5. 4.	19.–22. 5.	19.–20. 6.	13. 9.	10. 10.	Průměr ³	t-test ⁴	Variabilita ⁵
Lokalita ²								
Ru11	483	660	587	1 167	1 479	875	A	875
Ru28	673	853	883	1 295	1 505	1 042	A	1 042
Lu21	860	1 273	1 143	943	1 285	1 101	A	1 101
Lu14	1 130	917	920	952	1 586	1 101	A	1 101
B1	0	0	0	0	0	0	B	0
B2	0	0	0	0	0	0	B	0
B3	0	0	0	0	0	0	B	0
B4	0	0	0	0	0	0	B	0

¹sampling, ²locality, ³average, ⁴t-test, ⁵variability

VI. Dehydrogenázová aktivita po respiraci se substrátem (μg TPF/100 ml) – Activity of dehydrogenases after respiration with substrate (μg TPF/100 ml)

Datum odběru ¹	27. 3.–5. 4.	19.–22. 5.	19.–20. 6.	13. 9.	10. 10.	Průměr ³	t-test ⁴	Variabilita ⁵
Lokalita ²								
Ru11	847	873	715	943	1 740	1 024	A	133 765
Ru28	917	863	740	1 063	1 782	1 073	A	136 421
Lu21	1 450	2 117	1 597	1 396	2 261	1 764	A	126 705
Lu14	1 590	1 380	1 343	1 402	2 369	1 617	A	148 741
B1	0	0	0	0	0	0	B	0
B2	0	0	0	0	0	0	B	0
B3	0	0	0	0	0	0	B	0
B4	0	0	0	0	0	0	B	0

For 1–5 see Tab. V

Dehydrogenázová aktivita

Tab. V a VI uvádějí výsledky stanovení dehydrogenázové aktivity v půdních vzorcích po inkubaci v respiračních nádobách a následném vysušení při laboratorní teplotě. Vzorky z Lukavce vykazovaly vyšší hodnoty než vzorky z Ruzyně, a to jak bez předchozího oboha-

cení substrátem, tak po předchozím obohacení. Rozdíly mezi variantami hnojenými a nehnojenými jsou minimální a nejsou statisticky průkazné (tab. V a VI). Při analýze půdních vzorků z Března bylo ve všech případech množství extrahovaného TPF pod hranici měřitelnosti. Toto velmi neobvyklé pozorování bude možné vysvětlit pouze v další práci s těmito půdními vzorky.

Výsledky uvedené v této práci byly zčásti získány v rámci projektu č. 107 05 001/08 Spolkového úřadu pro životní prostředí (Umweltbundesamt, Berlin).

LITERATURA

FILIP, Z.: Methods of soil analysis for research project „Development and evaluation of biological methods for the characterization of undisturbed or anthropogenic polluted soils“. Langen, 1994. 48 s.

FILIP, Z.: Microbiological and biochemical assessment of soil quality: the conception and some preliminary results of

an international proposal. Proc. Int. Conf. From soil survey to sustainable farming, Stará Lesná, October 3–5, 1995.

KÖRSCHENS, M.: Die Abhängigkeit der organischen Bodensubstanz von Standortfaktoren und acker- und pflanzenbaulichen Massnahmen, ihre Beziehungen zu Bodeneigenschaften und Ertrag sowie Ableitung von ersten Bodenfruchtbarkeitskennziffern für den Gehalt des Bodens an organischer Substanz. Promotionsarbeit, AdL, 1980. 115 s.

MIKANOVA, O. – NOVÁKOVÁ, J. – HANZLÍKOVÁ, A. – KUBÁT, J. – FILIP, Z.: Vliv dlouhodobého hnojení a antropogenní zátěže na biomasu a zastoupení některých skupin mikroorganismů. Rostl. Výr., 42, 1996 (9): 391–397.

Došlo 28. 3. 1996

Kontaktní adresa:

Ing. Jaromír Kubát, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/36 08 51, fax: 02/36 52 28

EARTHWORM COMMUNITIES IN ARABLE SOILS OF THE EAST-SLOVAK LOWLAND

SPOLOČENSTVÁ DÁŽĎOVIEK ORNEJ PŮDY VÝCHODOSLOVENSKEJ NÍŽINY

L. Kováč¹, D. Miklisová¹, V. Pižl²

¹ Institute of Zoology, Slovak Academy of Sciences, Košice, Slovak Republic

² Institute of Soil Biology, Academy of Sciences of the Czech Republic, České Budějovice, Czech Republic

ABSTRACT: Investigations of earthworm communities were carried out at nine research localities in the East-Slovak Lowland. They involved arable fields with five soil types: luvisol chernozem, eutric cambisol, orthic and albic luvisol and eutric fluvisol. The sampling was performed in two vegetation seasons (1989 to 1990), earthworms were collected by hand-sorting method. Twelve earthworm species were recorded, *Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea rosea* and *Allolobophora leoni* being the most frequent and numerous ones. Localities with luvisol chernozem were inhabited by very similar earthworm communities, as well as those with eutric fluvisol. Certain levels of similarity were also observed within the communities in eutric cambisol and orthic and albic luvisols. No correlations were found between soil characteristics and density and biomass of earthworms.

earthworms; agroecosystems; arable soil; soil type; East-Slovak Lowland

ABSTRAKT: Cieľom štúdia cenóz dážďoviek na Východoslovenskej nížine (VSN) bolo zachytiť spoločenstvá žijúce v ornej pôde tejto oblasti a zhodnotiť prípadný vplyv pôdneho typu na rozšírenie dážďoviek. Sledovania prebiehali na deviatich lokalitách VSN vo vegetačných sezónach v rokoch 1989 až 1990, a to v jednomesačných intervaloch (IV. až XI. 1989, V. až XI. 1990). Stanovišťa boli umiestnené na ornej pôde a zahrnovali spolu päť pôdných typov: luviská černoze, modálna kambizem, hnedozem, luvizem a modálna fluvizem. Pri každom odbere vzoriek boli z každej lokality odobraté náhodne dve pôdne vzorky o rozmeroch 50 x 50 x 30 cm a dážďovky z nich boli vyberané ručne. V materiáli bolo zistených celkovo dvanásť druhov dážďoviek, z ktorých *Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea rosea* a *Allolobophora leoni* mali najvyššiu dominanciu a frekvenciu. Priemerná abundancia cenóz na lokalitách sa pohybovala v rozmedzí 6,6 až 32 ks/m², priemerná biomasa v rozmedzí 2,3 až 16,2 g/m². Vo vekovej štruktúre spoločenstiev neboli zistené výrazné rozdiely, nedospelé jedince tvorili v priemere 64,5 % abundancie dážďoviek. Korelácia medzi edafickými charakteristikami a abundanciou a biomasou dážďoviek zaznamenaná nebola. Z hľadiska priemernej biomasy na pôdných typoch bola u *Allolobophora leoni* zistená preferencia k fluvizem, u *Aporrectodea caliginosa* ku kambizem a hnedozem. Naopak, populácie druhu *Aporrectodea rosea* mali na pôdných typoch podobnú biomasu. Zhukovou analýzou kvantitatívnych údajov s použitím Euklidovskej vzdialenosti ako koeficientu podobnosti a Wardovej metódy došlo k separovaniu spoločenstiev podľa pôdných typov. Lokality s luvickou černozeou mali podobné spoločenstvá rovnako ako lokality s fluvizemou. Spoločenstvá na lokalitách s modálnou kambizemou, hnedozemou a luvizemou preukázali tiež určitú mieru podobnosti. Uvedené výsledky naznačujú, že dážďovky patria ku skupinám pôdnej fauny, ktoré sú v agroecozách do značnej miery ovplyvnené pôdnym typom.

dážďovky; agroekosystémy; orná pôda; pôdny typ; Východoslovenská nížina

INTRODUCTION

There have been many studies reporting the earthworm fauna of arable land and/or the impact of agricultural practices (cropping and tillage system, use of manures, fertilizers and biocides, soil compaction) on earthworms (Edwards, 1983; Lee, 1985; Andersen, 1987; Boström, 1988; Nuutinen,

Haukka, 1990, etc.). Few authors however paid attention to direct influence of soil type on earthworm populations. Guild (1948) made a survey of the main soil types and earthworm fauna in Scotland, Reynolds (1970) compared earthworm populations in different soil types of the Oak Ridge National Laboratory, Canada, and Martinucci, Sala (1979) studied the relationships of earthworms and soil types in prealpine and alpine regions of Northern Italy.

The aim of our investigation was to describe the fauna of earthworms inhabiting arable fields in the East-Slovak Lowland and to estimate possible effects of different soil types on earthworm distribution.

MATERIAL AND METHODS

Description of research localities

The experimental localities were situated in the East-Slovak Lowland. Climatically, the area belongs to relatively warm region, long-term average temperature is +9,0 °C, average annual rainfall 540 to 600 mm.

Nine arable fields, including five soil types (luvic chernozem, eutric cambisol, orthic luvisol, albic luvisol and eutric fluvisol) were chosen for synecological comparison of lumbricid communities. The FAO classification of soil types was used (Němeček et al., 1990). Data about cropping systems and soil characteristics are given in Tabs I and II.

Sampling

The localities were sampled for earthworms at monthly intervals from April to November 1989 and from May to November 1990. Locality AL2 was only sampled in 1989, then it was replaced by AL3. The first sampling (April 1989) was made at six localities only (CH1, CH2, AL1, AL2, F1 and F2).

At each sampling occasion, two soil samples were taken randomly from each locality, measuring 50 x 50 x 30 cm. The worms were sorted by hand and placed in 4% formaldehyde. After a maximum of one day, they were identified, divided into adult and juvenile groups, and counted. Juveniles were identified to the genera level. Worm biomass was measured by weighing fixed animals; no corrections were made for gut content and for mass loss during preservation. The nomenclature of earthworms follows Easton (1983).

Synecological characteristics and data processing

The density, biomass, species richness and proportion of immature specimens were used for characterization of earthworm communities.

A set of samples from each locality characterized by the occurrence and quantity of a set of species was clustered with CLUSTER, a program involved in the PC-ORD System (McCune, 1987), to estimate possible effects of soil type on the fauna. The data were logarithmically transformed according to formula $\log(X + 1.0)$ to reduce the importance of extreme values. Ward's method was the basis for hierarchic grouping. The similarity matrix (the distance between particular groups) was calculated on the basis of Euclidean distance.

Values of soil characteristics and average densities and biomasses of earthworms were submitted to correlation analysis by STATGRAPHICS program (Koschin et al., 1992).

RESULTS

Composition of earthworm communities

Twelve earthworm species were found throughout the study; *Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea rosea* and *Allolobophora leoni*, and *Aporrectodea* / *Allolobophora* spp. predominated among adult and immature earthworms, respectively (Tab. III). The locality species richness ranged from two (localities AL2, AL3) to six (AL1, F1, F2). *A. caliginosa* and *A. rosea* occurred at nine and *A. leoni* at five localities studied, other species were only recorded from one to three localities (Tab. IV).

Average values of earthworm density and biomass at each locality under study are presented in Tab. IV. The density ranged from 6.6 to 32.0 ind./m², the biomass from 2.3 to 16.2 g/m² at localities CH2 and CA, respectively.

I. Pedological and cropping characteristics of the research localities

Locality	Abbreviations	Soil type	Crop	
			1989	1990
Z. Branč	CH1	luvic chernozem	winter wheat	maize
Malčice	CH2	luvic chernozem	winter wheat	winter wheat
Sečovec	CA	eutric cambisol	winter wheat	mixed crops
Z. Teplica	OL	orthic luvisol	winter wheat	maize
Parchovany	AL1	albic luvisol	winter wheat	pea
Pavlovce	AL2	albic luvisol	winter wheat	—
Moravany	AL3	albic luvisol	—	winter wheat
Trebišov	F1	eutric fluvisol	winter barley	sugar beet
Hraň	F2	eutric fluvisol	winter wheat	winter wheat

II. Physico-chemical data of the top soil layer of 0 to 15 cm (average data from 1989) at the research localities

Site	W (%)	pH		CaCO ₃ (%)	C _{org} (%)	N _t (%)	C/N	P _{av} (mg/kg)	K _{av} (mg/kg)
		H ₂ O	1M KCl						
CH1	27.31	6.60	5.94	0.09	1.71	0.15	11.37	70	184
CH2	18.17	6.78	5.96	0.07	1.35	0.13	10.39	72	162
CA	18.13	7.53	6.95	0.45	2.09	0.20	10.45	116	207
OL	23.90	5.70	4.70	0.07	1.27	0.11	11.55	67	171
AL1	24.85	7.57	6.91	0.55	1.43	0.15	9.53	96	126
AL2	18.01	7.03	6.12	0.10	1.17	0.10	11.70	81	117
F1	26.03	7.75	7.08	1.19	2.31	0.26	8.81	270	267
F2	16.96	7.47	7.07	0.94	1.16	0.11	10.55	144	179

W – average soil humidity of top soil layer (0 to 5 cm)

C_{org} – organic C content

N_t – total N content

P_{av} – available P content (Egner)

K_{av} – available K content (Schachtschabel)

III. Dominance (%) and frequency (%) of earthworm species in total material from 1989 to 1990

Species	Abbreviations	Dominance	Frequency
<i>Allolobophora</i> + <i>Aporrectodea</i> sp. juv.	A/A	60.14	90.36
<i>Aporrectodea caliginosa</i> (Savigny, 1826)	APCA	13.44	40.96
<i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny, 1826)	APRO	11.50	51.81
<i>Allolobophora leoni</i> (Michaelsen, 1891)	ALLE	5.13	20.48
<i>Lumbricus</i> sp. juv.	LU	4.21	20.48
<i>Allolobophora chlorotica</i> (Savigny, 1826)	ALCH	1.48	10.84
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826)	EITE	1.25	3.61
<i>Helodrilus antipae tuberculatus</i> (Cernosvitov, 1935)	HEAN	0.57	2.41
<i>Octolasion lacteum</i> (Örley, 1881)	OLLA	0.57	3.61
<i>Aporrectodea longa</i> (Ude, 1885)	APLO	0.46	3.61
<i>Octodrilus transpadanus</i> (Rosa, 1884)	ODTR	0.46	1.20
<i>Lumbricus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	LUTE	0.34	3.61
<i>Dendrobaena octaedra</i> (Savigny, 1826)	DEOC	0.23	1.20
<i>Lumbricus rubellus</i> (Hoffmeister, 1843)	LURU	0.11	1.20
<i>Dendrobaena</i> sp. juv.	DE	0.11	1.20

Juvenile worms represented 64.5% of the total earthworm number. Age structure of earthworm communities did not differ markedly between localities, the highest proportions of immature specimens being found at localities AL2 and AL1 (74.1 and 72.5%), the lowest at OL (53.7%) (Tab. IV).

The effects of soil type

The effects of soil type on earthworm community structures are expressed by species preferences. According to biomass, *A. leoni* showed clear preference to eutric fluvisol (Fig. 1), however, it was also present at both localities with luvic chernozem and one with albic luvisol (AL1, Tab. IV). *A. caliginosa* had the tendency to prefer eutric cambisol and orthic luvisol.

The proportion of *A. rosea* was very similar in all soil types.

Cluster analysis of data showed the separation of earthworm communities depending on soil type (Fig. 2). The most similar communities were those of AL2 and AL3, e.g. of localities where the investigations were carried out during one season only. The fauna in orthic luvisol and eutric cambisol was very similar to these localities. Locality AL1 is involved in the same cluster but at lower similarity level. Rather similar were earthworm communities at F1 and F2, both with eutric fluvisol. Communities in luvic chernozem were also put together, but with the higher distance than in the previous case.

No significant correlations were found between soil characteristics (Tab. II) and the density and biomass of earthworms.

IV. Density and biomass of earthworms at research localities (D – density [ind./m²], B – biomass [g/m²], I – proportion of immature specimens, S – species richness, abbreviations of species and localities see Tabs I and III)

Species		Localities								
		CH1	CH2	CA	OL	AL1	AL2	AL3	F1	F2
A/A	D	5.3	4.1	20.3	5.4	15.7	7.4	17.1	5.7	8.4
	B	1.6	0.4	6.3	1.7	3.5	1.8	4.1	1.6	2.3
APCA	D	0.4	0.1	7.2	3.2	2.7	1.1	4.0	0.4	0.9
	B	0.5	0.1	7.6	2.9	1.8	1.9	2.0	0.3	0.8
APRO	D	1.4	1.4	3.5	1.1	1.0	1.7	5.4	0.7	2.0
	B	0.9	0.9	1.8	0.9	0.2	1.0	2.3	0.4	1.1
ALLE	D	0.7	0.1	–	–	1.9	–	–	2.4	1.3
	B	1.4	0.3	–	–	2.1	–	–	5.3	2.7
LU	D	0.3	–	0.2	1.1	2.0	0.6	2.0	0.4	0.1
	B	0.4	–	0.1	0.1	0.3	0.2	0.8	0.2	0.1
ALCH	D	–	–	0.6	–	–	–	–	0.3	1.0
	B	–	–	0.2	–	–	–	–	0.1	0.3
EITE	D	–	–	–	0.9	0.7	–	–	–	–
	B	–	–	–	0.1	0.1	–	–	–	–
HEAN	D	–	0.3	–	–	–	–	–	–	0.4
	B	–	0.1	–	–	–	–	–	–	0.1
OLLA	D	0.7	–	–	–	–	–	–	–	–
	B	0.3	–	–	–	–	–	–	–	–
APLO	D	–	–	–	–	0.1	–	–	0.3	0.1
	B	–	–	–	–	0.1	–	–	0.2	0.1
ODTR	D	–	0.6	–	–	–	–	–	–	–
	B	–	0.5	–	–	–	–	–	–	–
LUTE	D	0.1	–	–	0.2	–	–	–	0.1	–
	B	0.4	–	–	0.7	–	–	–	0.2	–
DEOC	D	–	–	–	–	0.3	–	–	–	–
	B	–	–	–	–	0.1	–	–	–	–
LURU	D	–	–	–	0.2	–	–	–	–	–
	B	–	–	–	0.1	–	–	–	–	–
DE	D	–	–	0.2	–	–	–	–	–	–
	B	–	–	0.1	–	–	–	–	–	–
D		9.5	6.6	32.0	12.1	24.4	10.8	28.5	10.3	14.2
B		5.5	2.3	16.2	6.5	8.2	4.9	9.2	8.3	7.5
I		58.9	62.1	64.7	53.7	72.5	74.1	67.0	59.2	59.9
S		5	5	3	5	6	2	2	6	6

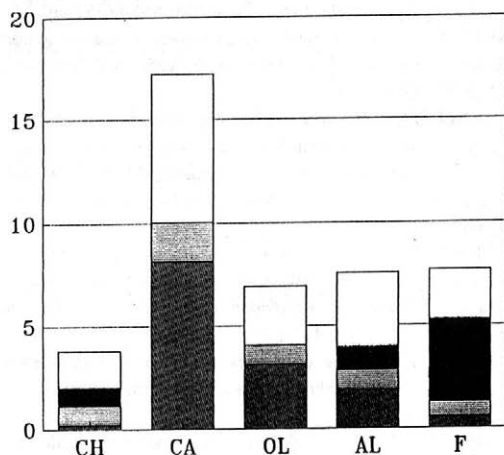
DISCUSSION

Total number of twelve earthworm species recorded throughout the study is relatively high comparing with the data of Zajonc (1967) and Hisemová, Ivanová (1989) which found six and ten species, respectively, in arable soils of the East-Slovak Lowland. Similar species richness (eleven) was reviewed by Kasprzak (1973) from Poland.

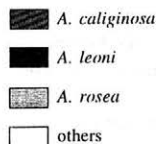
Community structures showed high dominance of endogeic earthworms *A. caliginosa* and *A. rosea*, the species very frequently found in arable soils (Za-

jonc, 1981; Edwards, 1983; Andersen, 1987). The low proportions of anecic species *A. longa* and *L. terrestris* could probably be the result of extraction technique used (handsorting, not supplemented by formalin expulsion is insufficient for deep burrowing species – Lee, 1985). Characteristic feature of communities in field crops of the East-Slovak Lowland seems to be the high dominance of endogeic *A. leoni*, the fact already reported by Hisemová, Ivanová (1989). *A. leoni* belongs to southern elements of our lumbricid fauna, being known from South and South-East Europe (Zajonc, 1970). Zicsi (1959)

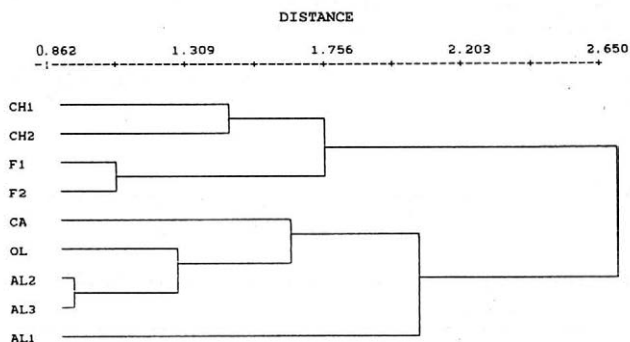
B [g/m²]



1. Proportion of dominant earthworm species in total earthworm biomass (abbreviations of localities see Tab. I)



2. Cluster analysis of earthworm communities – Ward's method, Euclidean distance (abbreviations of localities see Tab. I)



pointed the preference of the species to wet soils, mainly fluvisols and chernozems. This was confirmed by the results of our study.

Mean densities and biomasses of earthworms found are somewhat lower comparing with literature data for arable soils (Edwards, 1983; Lee, 1985). Drier continental climate and/or underestimating due to extraction method used may be the most responsible factors.

Guild (1948), Reynolds (1970) and Martinucci, Sala (1979) compared earthworm communities in soils of different types and reported that there were differences both in total numbers and dominance of each species. However, all above studies were carried out in forest or grassland ecosystems and different classifications of soil types were used. Hence, there is a lack of data available for comparison.

Similarities observed between earthworm communities in soils of the same type or between communities in soils from the pedogenetical point of view closely related types (eutric cambisol, orthic and albic luvisol) indicate that earthworms belong to the groups of soil fauna highly influenced by edaphic conditions of the

given soil type. The soil type represents wide term which involves a range of values of individual soil characteristics. Though correlation analysis of quantitative community parameters and selected soil physico-chemical characteristics showed no significant correlations, the interactions in arable soils have to be investigated in more intensive studies of lumbricid fauna in various soil types and subtypes.

Acknowledgement

The study was a part of the projects No. VI-5-01/91: „Structure and function of biotic components of ecosystems of the East-Slovak Lowland“ supported by the Slovak Academy of Sciences.

REFERENCES

ANDERSEN, N. C.: Investigations of the ecology of earthworms (*Lumbricidae*) in arable soil. Tidsskr. Pl.-Avl, Spec. Ser., 1987. 195 pp.

- BOSTRÖM, U.: Ecology of earthworms in arable land. Rep. No. 34, Uppsala, Swed. Univ. Agric. Sci. 1988. 155 pp.
- EASTON, E. G.: A guide to the valid names of *Lumbricidae* (*Oligochaeta*). In: SATCHELL, J. E. (ed.): Earthworm ecology from Darwin to vermiculture. London, New York, Chapman and Hall 1983: 475–487.
- EDWARDS, C. A.: Earthworm ecology in cultivated soils. In: SATCHELL, J. E. (ed.): Earthworm ecology from Darwin to vermiculture. London, New York, Chapman and Hall 1983: 123–137.
- GUILD, W. F. McL.: Effect of soil type on populations. Ann. Appl. Biol., 35, 1948: 181–192.
- HISEMOVÁ, A. – IVANOVÁ, H.: Činnosť dážďoviek pri zúrodňovaní pôdy. Úroda (Pôda a Úroda), 37, 1989: 499–500.
- KASPRZAK, K.: The influence of agriculture on the occurrence of the *Oligochaeta* in arable soils. Wiad. Ekol., 24, 1973: 333–366.
- KOSCHIN, F. et al.: Statgraphics aneb statistika pro každého. Praha, Grada 1992. 360 pp.
- LEE, K. E.: Earthworms, their ecology and relationships with soils and land use. Sydney, Acad. Press 1985. 411 pp.
- MARTINUCCI, G. – SALA, G.: Lumbricids and soil types in prealpine and alpine woods. Boll. Zool., 46, 1979: 279–297.
- McCUNE, B.: Multivariate analysis on the PC-ORD System. A software documentation report. HRI Rep. No. 75, Indianapolis, Indiana, 1987.
- NĚMEČEK, J. – SMOLÍKOVÁ, L. – KUTÍLEK, M.: Pedologie a paleopedologie. Praha, Academia 1990. 552 pp.
- NUUTINEN, V. – HAUKKA, J.: Conventional and organic systems at Suittä. VII. Earthworms. J. Agric. Sci. (Finland), 62, 1990: 357–367.
- REYNOLDS, J. W.: The relationship of earthworm (*Oligochaeta: Lumbricidae* and *Megascolecidae*) distribution and biomass to soil type in forest and grassland habitats at Oak Ridge National Laboratory, Assoc. Sth. Biol. Bull., 17, 1970. 60 pp.
- ZAJONC, I.: A contribution to the study of the ecology and seasonal dynamics of earthworms (*Lumbricidae*) in agrobiocenoses of Southeastern Slovakia. Acta Fytotech. Univ. Agric. (Nitra), 16, 1967: 157–172.
- ZAJONC, I.: Synúzie dážďoviek (*Lumbricidae*) na lúkach karpatskej oblasti Československa. Biol. Práce (Bratislava), XVI, 1970 (8): 100.
- ZAJONC, I.: Dážďovky (*Oligochaeta, Lumbricidae*) Slovenska. Biol. Práce (Bratislava), XXVII, 1981 (1): 134.
- ZICSI, A.: Faunistisch-systematische und ökologische Studien über die Regenwürmer Ungarns. II. Acta Zool. Acad. Sci. Hung., 5, 1959: 401–447.

Received on March 28, 1996

Contact Address:

RNDr. Lubomír Kováč, CSc., Ústav zoologie SAV, Löfflerova 10, 040 01 Košice, Slovenská republika, tel.: 095/622 41 70, fax: 095/622 41 70

MINERÁLNÍ A MINERALIZOVATELNÝ DUSÍK V PŮDĚ A VÝNOSY OBILNIN

MINERAL AND MINERALIZABLE SOIL NITROGEN AND YIELDS OF CEREALS

V. Vaněk¹, J. Najmanová¹, J. Petr², R. Němeček¹

¹ Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

² Central Control and Testing Institute of Agriculture, Praha, Station at Lípa, Czech Republic

ABSTRACT: At two sites Lípa and Svitavy in the potato-growing region (505 and 450 m above sea level) in long-term fertilizer stationary trial since 1991 the content of mineral and mineralizable N was studied in autumn and spring. Fertilized treatments are present in Tab. II. Soil samples were taken from a layer of 0 to 30 cm. Soil was dried at 40 °C, homogenized and analyses were performed from fine earth (2 mm). To determine mineralizable N, aerobic incubation method was used. Soil was sand-diluted (1 : 1), incubated for seven days at the moisture 60% MWC (maximum water holding capacity) and 30 °C, followed then by determination of mineral N in extract 1M KCl by a colorimetric procedure on automated analyzer SKALAR. Mineral N represents the content of mineral N prior to incubation and mineralizable N represents an increment on mineral N during incubation. The results of analyses are present in ppm N. The results of experimental years 1994 and 1995 (the experimental crop was in 1994 winter wheat and in 1995 spring barley) indicate that the highest values of mineral and mineralizable N were found in the autumn of 1993 after harvest of potatoes (before sowing of wheat) in treatments which were manure-fertilized in autumn of 1992 and fertilizers were then applied. In 1994 a marked decrease in investigated values occurred and as late as in spring period of 1995 an increase in mineral and mineralizable N was again recorded. At the site Lípa mostly higher content of mineral N was found. An absence of liming caused reduction in the content of mineral and mineralizable N, as well as the yield of grain, particularly in barley at the site Svitavy. A good correlation was found between the content of N in soil, yield of grain and N intake by harvest. Greater closeness of relationships is at Lípa, particularly in wheat in the autumn, on the contrary, in barley in the spring season.

long-term fertilization; mineral N; mineralizable N; yield of cereals; N intake

ABSTRAKT: Na dvou stanovištích (Lípa a Svitavy) v bramborářském výrobním typu byl v dlouhodobých stacionárních živířských pokusech od roku 1991 sledován obsah minerálního a mineralizovatelného N v podzimním a jarním období. V pokusných letech 1994 až 1995 (pokusná plodina 1994 ozimá pšenice a 1995 jarní ječmen) byly nejvyšší hodnoty minerálního i mineralizovatelného N zjištěny na podzim 1993 po sklizni brambor (před setím pšenice) u variant, které byly na podzim 1992 hnojeny hnojem a dále průmyslovými hnojivy. V roce 1994 nastal výrazný pokles sledovaných hodnot a teprve v jarním období 1995 nastal opět nárůst minerálního i mineralizovatelného N. Na stanovišti Lípa byl většinou zaznamenán vyšší obsah minerálního N. Absence vápnění působila většinou snížení obsahu minerálního i mineralizovatelného N a také výnosu zrna, hlavně u ječmene na stanovišti Svitavy. Byla nalezena uspokojivá korelace mezi obsahem N v půdě, výnosem zrna a odběrem N sklizni. Vyšší těsnost vztahů byla v Lípě, zvláště u pšenice v podzimním období a naopak u ječmene v jarním období.

dlouhodobé hnojení; minerální N; mineralizovatelný N; výnos obilnin; odběr N

ÚVOD

Pro zajištění rostlinné produkce je dnes oprávněné hledisko kvality a omezení zdravotně rizikových látek v produkci, půdě i v celém životním prostředí a samozřejmě i ekonomika výroby. Je proto nutné lépe a efektivněji využívat živinný potenciál půd a používat vstupů ve formě hnojiv tak, aby byla zajištěna rentabilita výroby i obnova půdní úrodnosti.

Z hlediska výživy rostlin dusíkem (N) je zřejmé, že na výživě rostlin se kromě minerálního N podílejí více či méně organické sloučeniny N v půdě, které se mohou během vegetace mineralizovat, a tak výrazně ovlivňovat výnos i kvalitu produkce. Tento mineralizovatelný N nutně souvisí s půdní úrodností a naší snahou je upřesňovat faktory a podmínky, které tento potenciál ovlivňují (Rausch, 1989; Vaněk et al., 1995 aj.), a ověřovat za jakých podmínek je tento N využitelný

Stanoviště ¹	Půdní typ ²	Půdní druh ⁵	Průměrné srážky ⁷ (mm)	Průměrná teplota ⁸ (°C)	Nadmořská výška ⁹ (m)
Lípa	hnědá půdaoglejená ³	phl ⁶	632	7,7	505
Svitavy	hnědozem ⁴	phl	624	6,4	450

¹site, ²great soil group, ³stagnogleyic cambisol, ⁴luvisol, ⁵texture, ⁶sandy loam, ⁷mean precipitation, ⁸mean temperature, ⁹altitude

rostlinami, případně zjišťovat vzájemné korelace s ostatními frakcemi či formami N v půdě, mikrobiální aktivitou a biomasou i různými formami C (Alef et al., 1988; Gutser et al., 1989; Wodsak, Werner, 1991; Olf, 1992; Pavlíková et al., 1992 aj.).

MATERIÁL A METODA

Minerální a mineralizovatelný dusík v půdách je sledován od roku 1991 na dvou stanovištích dlouhodobých stacionárních polních pokusů ÚKZÚZ v Lípě a ve Svitavách. Obě stanoviště se nacházejí v bramborařském výrobním typu a jejich základní charakteristiku uvádí tab. I.

V pokusech byly zařazeny tyto plodiny: 1991 jetel červený, 1992 ozimá pšenice, 1993 brambory, 1994 ozimá pšenice, 1995 jarní ječmen. V příspěvku je hodnoceno šest variant v šesti opakováních z pokusných let 1994 a 1995 (tab. II). Hodnocení z let 1991 až 1993 včetně podrobnějších údajů o stanovištích a pokusech uvádějí Petr et al. (1995) a Vaněk et al. (1995). Hnůj v dávce 40 t.ha⁻¹ pro varianty 2 až 6 byl aplikován u brambor na podzim 1992. Poslední vápnění bylo uskutečněno v Lípě 28. 8. 1991 a ve Svitavách 14. 9. 1991. Dávky P a K ve formě superfosfátu a draselné soli: P₁ = 13,2, P₂ = 26,4, P₃ = 52,6 kg.ha⁻¹; K₁ = 33,2, K₂ = 66,4, K₃ = 132,8 kg.ha⁻¹. Dávky N pro pšenici: N₁ = 70, N₂ = 105, N₃ = 140 kg.ha⁻¹; pro ječmen: N₁ = 46, N₂ = 70, N₃ = 92 kg.ha⁻¹.

Odběr půdních vzorků proběhl z vrstvy 0 až 30 cm na jaře a po sklizni plodin. Zemina byla vysušena při 40 °C, homogenizována a analýzy byly realizovány z jemnozeme. Pro stanovení mineralizovatelného N byla použita aerobní inkubační metoda. Zemina ředěná pískem (1 : 1) byla sedm dní inkubována při vlhkosti 60% maximální vodní kapacity a teplotě 30 °C, potom následovalo stanovení minerálního N ve výluhu 1M KCl kolorimetricky na automatickém analyzátoru SKALAR. Minerální N je obsah minerálního N před inkubací a mineralizovatelný N představuje přírůstek minerálního N během inkubace. Výsledky analýz jsou uvedeny v ppm N.

VÝSLEDKY

Souhrnné výsledky analýz zemin jsou znázorněny na obr. 1. Z těchto údajů je zřejmý vysoký obsah N, především minerálního N na podzim 1993, tedy po

II. Hodnocené varianty hnojení – Assessed treatments of fertilization

Varianta ¹	Označení ²	Vápnění (podle potřeby na podzim 1991) ³
1	0	–
2	Hn	+
3	Hn + N ₁ P ₁ K ₁	+
4	Hn + N ₂ P ₂ K ₂	+
5	Hn + N ₃ P ₃ K ₃	+
6	Hn + N ₃ P ₃ K ₃ – Ca	–

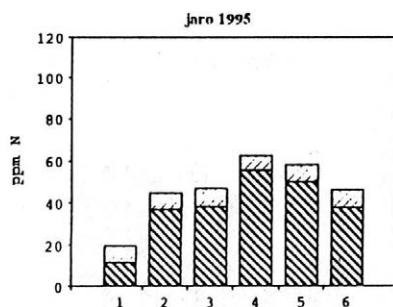
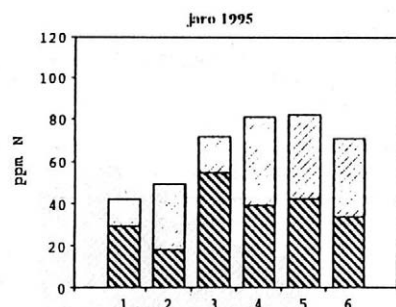
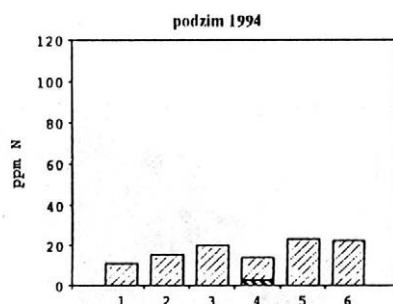
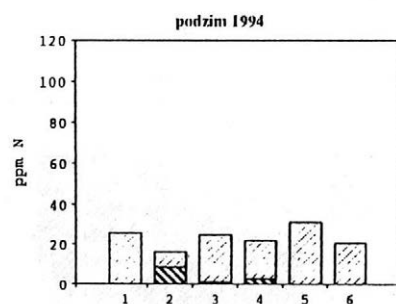
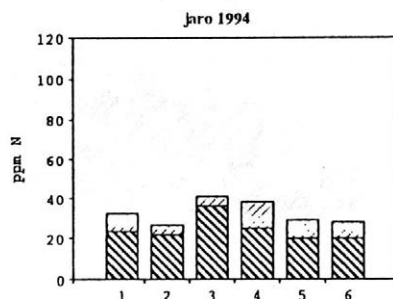
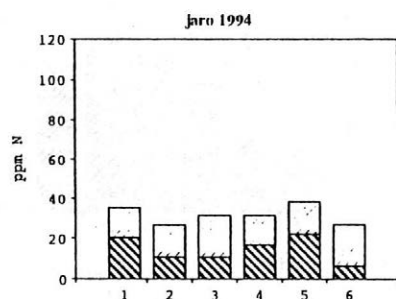
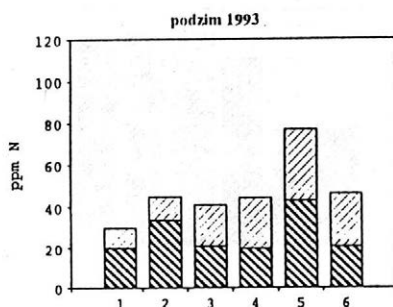
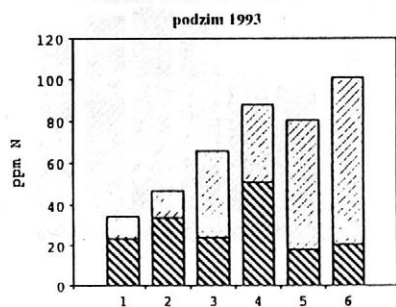
Hn – hnůj (dávka 40 t.ha⁻¹ na podzim 1992) – manure fertilization (rate 40 t.ha⁻¹ in autumn of 1992)

¹treatment, ²symbols, ³liming (as needed in autumn of 1991)

sklizi brambor, u variant, které byly na podzim roku 1992 hnojeny hnojem. Výrazně nižší hodnoty vykazuje nehnojená varianta (varianta 1). Vyšší hodnoty minerálního a mineralizovatelného N u hnojených variant byly zjištěny na stanovišti Lípa, kde lze pozorovat i větší rozdíly mezi jednotlivými variantami. V jarním období 1994 došlo k poklesu hodnot minerálního i mineralizovatelného N oproti podzimu 1993, a to asi na 30 ppm N bez zřetelných rozdílů mezi variantami. Jestliže porovnáme údaje minerálního a mineralizovatelného N v podzimním a jarním období s výnosem zrna pšenice (obr. 2), je zřejmé, že více korespondují s údaji podzimního období.

Po sklizni pšenice (podzim 1994) byly na obou stanovištích zjištěny nízké hodnoty, zvláště mineralizovatelného N. Dá se předpokládat, že to bylo způsobeno poměrně vysokým odběrem N sklizní a také méně vhodným průběhem povětrnosti. Výrazný nárůst mineralizovatelného N byl zjištěn na jaře 1995 na obou stanovištích. V Lípě byly zjištěny i vysoké obsahy minerálního N. Při porovnání údajů minerálního a mineralizovatelného N v půdách s výnosem zrna ječmene (obr. 2) je patrná vyšší shoda v jarním období. Varianta 6 (bez vápnění) vykazuje oproti variantě 5 s výjimkou podzimního hodnocení v roce 1993 v Lípě nižší hodnoty minerálního i mineralizovatelného N, což se také zřejmě promítá i do poklesu výnosu zrna (obr. 2), zvláště na stanovišti Svitavy u ječmene.

Výnosy zrna jsou uvedeny na obr. 2. Pochopitelně nejnižší výnos zrna byl na nehnojené variantě (varianta 1). Samotné hnojení hnojem (varianta 2) nepatrně zvyšuje výnos pšenice i ječmene ve Svitavách, v Lípě je patrný pokles výnosu zrna ječmene (nižší než na nehnojené variantě). Teprve hnůj v kombinaci s NPK hnojením (varianty 3 až 6) působí zřetelný nárůst vý-



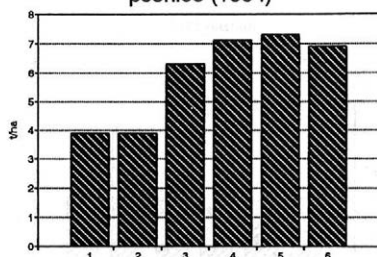
1. Obsah minerálního a mineralizovatelného N – Content of mineral and mineralizable N

podzim – autumn; jaro – spring; osa x: varianty – x axis: treatments

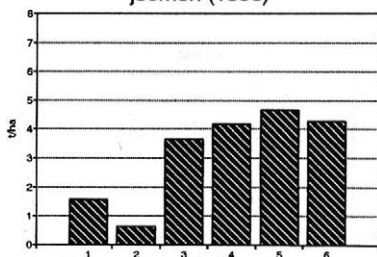
▨ minerální N – mineral N; ▨ mineralizovatelný N – mineralizable N

Lípa

pšenice (1994)

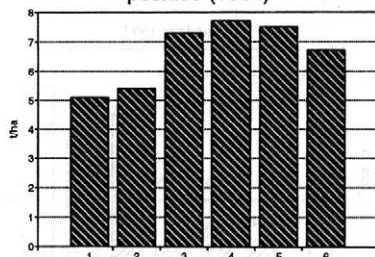


ječmen (1995)

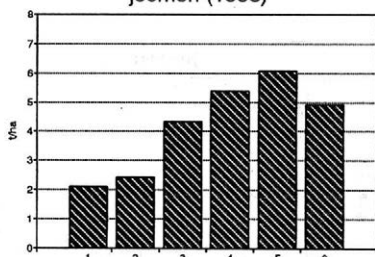


Svitavy

pšenice (1994)



ječmen (1995)

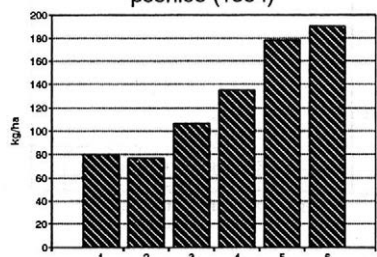


2. Výnos zrna ozimé pšenice a jarního ječmene (t/ha) – The grain yield of winter wheat and spring barley (t/ha)

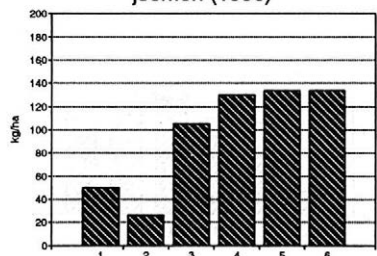
pšenice – wheat; ječmen – barley; osa x: varianty – x axis: treatments

Lípa

pšenice (1994)

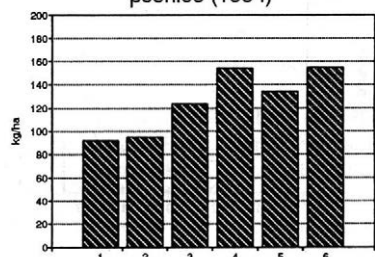


ječmen (1995)

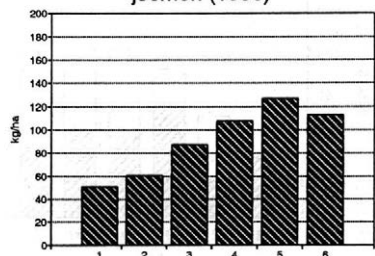


Svitavy

pšenice (1994)



ječmen (1995)



3. Odběr N sklizni (zrno a sláma) v kg/ha – N withdrawal by harvest (grain and straw) in kg/ha

pšenice – wheat; ječmen – barley; osa x: varianty – x axis: treatments

III. Závislost mezi obsahem mineralizovatelného N v půdě a výnosem zrna ozimé pšenice a jarního ječmene – Dependence between the content of mineralizable N in soil and the grain yield of winter wheat and spring barley

Plodina ¹	Období odběru ⁴	Korelační koeficient ⁷ r	
		Lípa	Svitavy
Pšenice ²	podzim ⁵ 1993	0,0225	0,0678
	jaro ⁶ 1994	-0,0219	0,2791
Ječmen ³	podzim 1994	-0,666	0,1494
	jaro 1995	0,7348**	0,5833*

¹crop, ²wheat, ³barley, ⁴time of withdrawal, ⁵autumn, ⁶spring, ⁷correlation coefficient

IV. Závislost mezi obsahem minerálního N v půdě a výnosem zrna ozimé pšenice a jarního ječmene – Dependence between the content of mineral N in soil and the grain yield of winter wheat and spring barley

Plodina ¹	Období odběru ⁴	Korelační koeficient ⁷ r	
		Lípa	Svitavy
Pšenice ²	podzim ⁵ 1993	0,8351**	0,8486**
	jaro ⁶ 1994	0,3978	0,435
Ječmen ³	podzim 1994	0,6166*	0,6693*
	jaro 1995	0,5167	0,1564

For 1–7 see Tab. III

V. Závislost mezi obsahem minerálního N po inkubaci (minerální + mineralizovatelný N) a výnosem zrna ozimé pšenice a jarního ječmene – Dependence between the content of mineral N after incubation (mineral + mineralizable N) and the grain yield of winter wheat and spring barley

Plodina ¹	Období odběru ⁴	Korelační koeficient ⁷ r	
		Lípa	Svitavy
Pšenice ²	podzim ⁵ 1993	0,9103**	0,5403
	jaro ⁶ 1994	0,1422	0,5068
Ječmen ³	podzim 1994	0,5186	0,7654**
	jaro 1995	0,9267**	0,5976*

For 1–7 see Tab. III

VI. Závislost mezi obsahem mineralizovatelného N v půdě a odběrem N sklizní – Dependence between the content of mineralizable N and N withdrawal by harvest

Plodina ¹	Období odběru ⁴	Korelační koeficient ⁷ r	
		Lípa	Svitavy
Pšenice ²	podzim ⁵ 1993	-0,2678	-0,1562
	jaro ⁶ 1994	-0,0878	-0,059
Ječmen ³	podzim 1994	-0,6366	0,2638
	jaro 1995	0,6858*	0,7890**

For 1–7 see Tab. III

nosů zrna pšenice i ječmene. Většinou k dosažení vysokého výnosu zrna postačuje dávka $N_2P_2K_2$ (varianta 4). Je zřejmé, že NPK hnojení působí podstatné zvýšení výnosů.

Na obr. 3 jsou soustředěny údaje o odběru N sklizněmi (zrno + sláma). Protože odběr N sklizně je závislý především na výnosu zrna, případně obsahu N v zrnu, je průběh grafů výnosů zrna a odběru N podobný. Výnos zrna a odběr N plodinami jsou uváděny hlavně pro posouzení závislosti s obsahem minerálního a mineralizovatelného N v půdách. Statistická hodnocení závislosti výnosu zrna na zjištěných hodnotách N v půdě jsou uvedena v tab. III až V, z nichž vyplývají vyšší korelace u obou plodin v podzimním období u minerálního N. Mineralizovatelný N vykazoval vyšší korelaci jen u ječmene v jarním období.

Z celkového pohledu je zřejmé, že vyšší závislost byla většinou na stanovišti Lípa s celkovým N minerálním po inkubaci, tedy minerálním + mineralizovatelným N, a to u pšenice na podzim a u ječmene na jaře. Ve Svitavách byla zjištěna statisticky průkazná závislost u ječmene v obou termínech odběru půd.

Minerální N vykazoval také vyšší korelaci s odběrem N pšenice a ječmene v podzimním období a mineralizovatelný N na obou stanovištích v jarním období s odběrem N ječmene (tab. VI a VII). Podobně jako u výnosu zrna je vyšší korelace na stanovišti Lípa a s minerálním N po inkubaci (tab. VIII).

DISKUSE

Vysoké hodnoty obsahu minerálního a mineralizovatelného N, zjištěné na obou stanovištích na podzim 1993, jsou pravděpodobně důsledkem dozrávajícího vlivu organického hnojení (podzim 1992) a také svědčí o výborné předplodinové hodnotě organicky a NPK hnojených brambor (varianty 3 až 6). Z uvedených sledování i výsledků na dalších stanovištích (Vaněk et al., 1996) je zřejmé, že organické hnojení poskytuje rostlinám větší množství N, než se nyní běžně předpokládá, a proto by bylo vhodné přehodnotit současně používané odpočty N (pro výpočet hnojení průmyslovými hnojivy) prvním i druhým rokem po hnojení kvalitním hnojem. Je zřejmé, že hnoj v kombinaci s NPK působí výrazně na mobilizaci půdního N.

Je také zřejmý vliv povětrnosti (hlavně srážek) na obsah minerálního a mineralizovatelného N v půdách. Nízké nebo absentující hodnoty mineralizovatelného N na podzim 1994 byly zřejmě způsobeny velmi suchým obdobím květen až červenec, po kterém následovalo období s vysokými srážkami. Dá se předpokládat, že poměrně vysoké výnosy pšenice odčerpaly větší část přijatelného N a pozdější vlhké období přispělo k rozvoji mikroorganismů a mineralizaci lehce hydrolyzovatelných forem N a k jejich imobilizaci. Proto byly na jaře 1995 opět zjištěny poměrně vysoké hodnoty mineralizovatelného N.

VII. Závislost mezi obsahem minerálního N v půdě a odběrem N sklizní – Dependence between the content of mineral N and N withdrawal by harvest

Plodina ¹	Období odběru ⁴	Korelační koeficient ⁷ r	
		Lipa	Svitavy
Pšenice ²	podzim ⁵ 1993	0,959**	0,8011**
	jaro ⁶ 1994	0,4133	0,5487
Ječmen ³	podzim 1994	0,5531*	0,6486*
	jaro 1995	0,5624*	-0,0510

For 1–7 see Tab. III

Potvrzují se také výsledky z předchozích let o vlivu stanoviště (Vaněk et al., 1995), což uvádí také řada dalších autorů (Stadelmann et al., 1983; Rausch, 1989; Olf, 1992 aj.), ale vliv povětrnosti se zdá výraznější. Dlouhodobá absence vápnění (varianta 6) se většinou projevuje snížením obsahu minerálního i mineralizovatelného N na obou stanovištích.

I když naše sledování obsahu minerálního a mineralizovatelného N byla uskutečněna ze vzorků zemin odebraných jen do hloubky 30 cm, je zřejmé, že získané výsledky, zvláště suma minerálního a mineralizovatelného N (celkový minerální N po inkubaci), vykazují poměrně dobrou statistickou závislost s výnosem zrna pšenice a ječmene i s odběrem N oběma plodinami a jsou vhodné pro praktické využití.

Poděkování

Autoři děkují všem spolupracovníkům ÚKZÚZ, oddělení agrochemie půdy a výživy rostlin v Havlíčkově Brodě, dále pracovníkům ze zkušebních stanic Lipa a Svítavy za všestrannou pomoc při řešení tohoto úkolu.

Práce byla uskutečněna v rámci GA ČR č. 502/93/0220.

LITERATURA

ALEF, K. – BECK, TH. – ZELLES, L. – KLEINER, D.: A comparison of methods to estimate microbial biomass and N-mineralization in agricultural and grasslands soils. *Soil Biol. Biochem.*, 20, 1988: 561–565.

VIII. Závislost mezi obsahem minerálního N po inkubaci (minerální + mineralizovatelný N) a odběrem N sklizní – Dependence between the content of mineral N after incubation (mineral + mineralizable N) and N withdrawal by harvest

Plodina ¹	Období odběru ⁴	Korelační koeficient ⁷ r	
		Lipa	Svitavy
Pšenice ²	podzim ⁵ 1993	0,903**	0,3738
	jaro ⁶ 1994	0,0788	0,224
Ječmen ³	podzim 1994	0,4411	0,7671**
	jaro 1995	0,9239**	0,7987**

For 1–7 see Tab. III

GUTSER, R. – VILSMIEIER, K. – TEICHER, K. – BECK, T.: Aussagekraft des N_{org} -Stickstoffs für die N-Nachlieferung von Böden. *VDLUFA-Schriftenreihe*, 30, 1989: 187–194. OLF, H. W.: Charakterisierung des N-Umsatzes im Boden durch mikrobiologische und chemische Parameter und Bedeutung dieser Kenngrößen für die Ableitung von N-Düngerbedarfprognosen. [Dizertace.] Bonn, 1992. 166 s. – Univ. PAVLÍKOVÁ, D. – VANĚK, V. – VLKOVÁ, O.: Hodnocení metod mineralizovatelného dusíku v půdě. *Rostl. Vyr.*, 38, 1992 (12): 983–988.

PETR, J. – VANĚK, V. – PROCHÁZKA, J. – NAJMANOVÁ, J.: Vliv dlouhodobého hnojení na obsah minerálního dusíku v půdě. *Rostl. Vyr.*, 41, 1995 (3): 103–108.

RAUSCH, H.: Einfluss von Standort, Stallmüddüngung und Fruchtfolge sowie des Zwischentrocknungseffektes auf das Stickstoffmineralisierungspotential (N_{pot}) verschiedener Böden. *Arch. Acker- Pfl.-Bau Bodenkd.*, 33, 1989: 87–95. STADELMANN, F. X. – FURRER, O. J. – GUPTA, S. K. – LIESCHER, P.: Einfluss von Bodeneigenschaften, Bodennutzung und Bodentemperatur auf die N-Mobilisierung von Kulturböden. *Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkd.*, 146, 1983: 228–242. VANĚK, V. – PETR, J. – NAJMANOVÁ, J. – PAVLÍKOVÁ, D.: Vliv dlouhodobého hnojení na obsah mineralizovatelného dusíku v půdě. *Rostl. Vyr.*, 41, 1995 (3): 109–114. VANĚK, V. – BALÍK, J. – NAJMANOVÁ, J. – NĚMEČEK, R.: Změny obsahu minerálního a mineralizovatelného dusíku v půdách. *Sbor. Konf. Racionální použití průmyslových hnojiv*, 1996, část II: 47–55.

WODSAK, H. P. – WERNER W.: Eignung organischer N-Fraktionen zur Kennzeichnung des N-Nachlieferungspotentials von Böden. *Dtsch. Bodenkundl. Gesell.* 66/II, 1991: 1051–1054.

Došlo 28. 3. 1996

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Václav Vaněk, CSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 27 34, fax: 02/34 44 18

ZÁSObENOST PŮDY HOŘČÍKEM A OBSAH HOŘČÍKU V NADZEMNÍ HMOTĚ MLADÝCH ROSTLIN ŽITA

SOIL SUPPLY WITH MAGNESIUM AND THE CONTENT OF MAGNESIUM IN THE ABOVE-GROUND MASS OF YOUNG RYE PLANTS

J. Matula¹, V. Mikšík², A. Hrozinková¹, M. Pechová¹

¹Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, Czech Republic

²Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The relationships between nutritive conditions of soils and magnesium content in plants were studied under controlled conditions of cultivation of the testing crop in climabox. The aim of this study was to specify more accurate an appropriate soil supply with magnesium. The collection of 19 soils was obtained from the topsoil of routine production plots of outstanding agricultural enterprises in the region where an attention was paid to the soil supply with potassium in relationship to magnesium over longer period of time. To evaluate nutritive conditions of soils, three soil tests were used: Mehlich 2, KVK-UF and concentration of nutrients in soil solution. Availability of magnesium for plants was assessed on the basis of analysis of above-ground mass of 14-day rye plants. The correlations found between the conditions of soil supply and magnesium and its intake by rye plants are given in Tab. III. Fully inappropriate close relationship between magnesium in soil and magnesium in plant was found in the case of the concentration of magnesium in soil solution (Fig. 3). Despite the significant dependences were found in soil tests Mehlich 2 and KVK-UF, the use of the given relationships for the needs of optimization of soil supply with magnesium was very small due to a large variability (Figs 1 and 2) in practically important range of the content of magnesium in soil (130 to 300 mg Mg/kg). Worse properties in the Mehlich 2 method against the KVK-UF procedure could be caused by a marked acidity of extraction solution Mehlich 2 which releases unavailable forms of magnesium for plants, e.g. precipitates of dolomite character. Much closer correlations between soil tests and magnesium in plant were obtained when soil supply was expressed in the form of weight ratio Mg/K (Figs 4 to 6). To provide the lower limit of adequate content of magnesium in plant, the weight ratio Mg/K would exceed 0.8; 0.7 and 0.6; gradually for the methods Mehlich 2, KVK-UF and soil solution. For full obtaining of high quality of mineral composition ratios Mg/K would be over 1.8. A part of the soil test KVK-UF is also determination of cation exchange capacity (CEC) of soil. Thus, it should express the condition of soil supply with magnesium as the percentage of CEC saturation by equivalents of magnesium (Fig. 7). Variance of correlation field on the side of higher Mg content in plant was found in soils (5, 6, 7 and 16) which were characterized by lower content of potassium. The variance on the other side of the correlation field was associated with higher soil supply with potassium in relationship to CEC value (soils 15 and 17). It can be assumed from these results that under the condition of adequate supply with potassium the degree of saturation of adsorption complex by magnesium could be a major criterion of the soil supply with magnesium. In our case, the suitable range of saturation of adsorption complex by magnesium should be 8 to 17%. The most marked accuracy of closeness of the relationship between the soil test and the content of magnesium in the above-ground mass of young rye plants occurred when deviations in soil supply with potassium from predicted lower limit of optimum after KVK-UF were included in the Mg-test of soil. The procedure of calculation of parameters is given under Tab. III. The regression relationships found are in Figs 8 and 9. The results obtained indicate that the solution of the problem of appropriate soil supply with magnesium cannot be successful without previous optimization of potassium in soil.

soil testing; magnesium; potassium; plant

ABSTRAKT: Hořčík z půdy byl extrahován postupem Mehlich 2, KVK-UF a simulací půdního roztoku. Biologická dostupnost půdního hořčíku byla stanovena analýzou 14denních rostlin žita po kultivaci v klimaboxu. Byl zjištěn neprůkazný vztah mezi hořčíkem půdního roztoku a jeho obsahem v žitě. Využitelnost průkazného vztahu mezi hořčíkem půdy (podle Mehlich 2 a KVK-UF) a jeho obsahem v žitě k optimalizaci zásobenosti půdy hořčíkem omezovala značná variabilita v oblasti 130 až 300 mg Mg/kg půdy. Diagnostická hodnota metody Mehlich 2 byla horší než KVK-UF. Transformace zásobenosti půdy na poměr Mg/K výrazně zlepšila těsnost korelace mezi půdními testy a hořčíkem v rostlině. Spodní hranice vhodného obsahu hořčíku v rostlině byla spojena s hmotnostním poměrem Mg/K v půdě 0,6 až 0,8. K zajištění obsahu hořčíku v žitě 0,2 % byl potřebný poměr Mg/K vyšší než 1,8. Procento nasycení sorpčního komplexu (KVK) hořčíkem bylo vhodným kritériem výživného stavu půdy. Vhodné rozpětí se pohybovalo mezi 8 až 17 %. Nejtěsnější vztah mezi půdním testem a obsahem

hořčiku v žitě byl stanoven po korekci hořčiku v půdě odchylkou zásobenosti draslíku od optima. Definování vhodné zásobenosti půd hořčíkem předpokládá předchozí optimalizaci draslíku v půdě.

testování půd; hořčík; draslík; rostlina

ÚVOD

Nejběžnější deficitní živinou v zemědělsky obhospodařovaných půdách ČR je hořčík. Převážně jde o důsledek nesprávně pojaté intenzifikace rostlinné výroby v předchozích desetiletích, kdy strmý trend spotřeby průmyslových hnojiv typu NPK byl jednostranně považován za kritérium pokroku. Zvláště negativní dopad na stav zásobenosti půd hořčíkem měly jednorázové vysoké dávky draselných hnojiv aplikované v povegetačním období, dopředu pro několik následných let.

Cílem našeho výzkumu bylo přispět k řešení problematiky stanovení nezbytné zásobenosti půd ČR hořčíkem, která umožní jeho potřebný vstup do rostliny nejen z výnosového hlediska, ale i z hlediska kvality minerálního složení vegetativní biomasy. Záměrně za zájmovou oblast byl zvolen region jižních Čech, kde relace v zásobenosti půd hořčíkem a draslíkem nejsou tak křiklavé vzhledem k předchozí dlouhodobější pozornosti místní odborné veřejnosti věnované dané problematice.

MATERIÁL A METODA

K výzkumu byla použita kolekce 19 půd z teritoria jižních Čech. Půdní vzorky byly odebrány z ornice běžných provozních ploch významných zemědělských podniků. Půdy byly analyzovány následnými postupy: a) Extrakce podle Mehlich a (1978) v úpravě podle Trávníka et al. (1988) – metoda Mehlich 2. b) Extrakce 0,5M octanem amonným s přidávkou 0,015M fluoridu amonného o hodnotě pH 7 (Matula, Pírková, 1988) – metoda KVK-UF. c) Extrakce půdního roztoku ze saturované půdní pasty vodou. Naváží se 25 g jemnozeme do 50ml centrifugační květy, přidá se 1,5 násobek zjištěného objemu vody na vznik nasycené půdní pasty, zamíchá se skleněnou tyčinkou a nechá se stát v exsikátoru nad vodní hladinou přes noc. Druhý den se obsah květy v 5min intervalech čtyřikrát důkladně promíchá skleněnou tyčinkou. Poté se centrifuguje do vzniku čirého roztoku nad zeminou, tzn. asi 10 min při otáčkách 6 000.s⁻¹. Po centrifugaci se bezprostředně jemným postupem odsaje čirý roztok, který se dále přímo nebo po ředění analyzuje.

S kolekcí půd byly zakládány 14denní vegetační pokusy v klimaboxu. Plastické kelímky (průměr 6 cm, výška 6 cm) byly plněny postupně 50 ml křemičitého šterku (drenážní vrstva) a 100 g testované zeminy. Na povrch zeminy bylo umístěno 15 předklíčených zrn žita odrůdy Beskyd, které byly překryty 30 ml křemičitého šterku. Pokus s každou zeminou byl založen ve třech opakováních. Závlaha nádobek během kultivace byla

diferencována podle kapilární vodní kapacity zeminy a doplňována dovažováním při poklesu pod 75 % nasycení. Světelný a teplotní režim byl: den 16 h, 20 °C, při fotosynteticky účinném záření 500 μmol.m⁻².s⁻¹; noc 8 h, 15 °C. Během kultivace rostlin bylo aplikováno celkem 45 mg N na nádobu ve formě roztoku NH₄NO₃ v 10 postupných dávkách. Kultivace byla ukončena po 14 dnech sklizní nadzemní hmoty, která byla ihned sušena při 65 °C do konstantní hmotnosti a analyzována na obsah živin běžnými postupy (Javoriský et al., 1987). Ke statistickému hodnocení výsledku byl použit počítačový program Statgraphics, verze 7 firmy Manugistics, inc. USA a Microsoft Excel 5.0a.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Významné charakteristiky testovaného souboru půd jsou uvedeny v tab. I a II. Zjištěné závislosti mezi stavem zásobenosti půdy hořčíkem a vstupem hořčiku do rostliny jsou uvedeny v tab. III.

Obsah hořčiku v rostlinné produkci je důležitým parametrem její kvality z pohledu zdravé výživy lidí a hospodářských zvířat (Grunes, Welch, 1989; Vaněk et al., 1995). Z tab. III je zřejmé, že není možné prognózovat obsah hořčiku v rostlině pouze na základě informací o zásobenosti půdy hořčíkem. Zpětně je tím i vyloučena možnost definování vhodného obsahu hořčiku v půdě. Zcela nevyhovujícím parametrem byla koncentrace hořčiku v půdním roztoku (tab. III a obr. 3). Přestože byla nalezena statisticky významná závislost mezi obsahem hořčiku v nadzemní hmotě mladých rostlin žita a půdním testem Mehlich 2 a KVK-UF (tab. III), využitelnost vztahu k optimalizaci zásobenosti hořčiku v půdě je malá, neboť v prakticky důležitém rozpětí mezi 130 až 300 mg Mg/kg půdy nelze mluvit o žádném vztahu (obr. 1 a 2). Horší vyhovovací schopnost metody Mehlich 2 oproti KVK-UF by mohla souviset se značnou aciditou extrakčního roztoku, která rozpouští i nedostupné formy hořčiku pro rostliny, např. precipitáty dolomitického charakteru.

Obecně je známo (Mengel, Kirkby, 1982; Marschner, 1995; Vaněk et al., 1995), že aktivita draslíku v živném prostředí je důležitým faktorem ovlivňujícím vstup hořčiku do rostliny. Vyjádření obsahu hořčiku a draslíku v půdě hmotnostním poměrem Mg/K výrazně zlepšilo těsnost vztahu mezi všemi třemi půdními testy a obsahem hořčiku v rostlině (tab. III a obr. 4, 5 a 6).

Malozrnným obilninám a travám stačí k zajištění dobrého růstu i velmi nízký obsah hořčiku v rostlině, který klesá až na hodnotu 0,1 % Mg v sušině nadzemní hmoty (Wilkinson et al., 1987). Z pohledu vysoké

I. Původ testovaných půd a některé základní agrochemické charakteristiky souboru půd – Origin of tested soils and certain cultural characteristics of the set of soils

Půda ¹	Lokalita původu zeminy (okres) ²	pH (0,2M KCl)	KVK ³ (mmol/kg)	Mehlich 2 (mg P/kg)	KVK-UF (mg P/kg)
1	Dolní Bukovsko (České Budějovice)	6,3	150	48	11
2	Čížová (Písek)	6,4	114	53	12
3	Čížová (Písek)	6,2	157	47	11
4	Plíškovice (Písek)	5,4	150	42	11
5	Protivín (Písek)	6,1	150	78	19
6	Záhoví (Písek)	6,1	143	32	7
7	Kestřany (Písek)	6,3	121	68	17
8	Kestřany (Písek)	5,7	129	40	10
9	Lety (Písek)	6,0	121	46	9
10	Mírotice (Písek)	5,6	136	37	9
11	Hřejkovice (Písek)	5,5	186	78	20
12	Branice (Písek)	6,4	100	102	28
13	Radomyšl (Strakonice)	6,4	193	36	5
14	Přešovice (Strakonice)	6,7	107	177	51
15	Němčice (Prachatic)	6,6	129	106	32
16	Dub u Prachatic (Prachatic)	6,1	143	41	9
17	Netolice (Prachatic)	7,0	150	88	15
18	Netolice (Prachatic)	5,7	179	74	15
19	Čkyně (Prachatic)	6,7	157	82	19

¹soil, ²locality of soil origin (district), ³CEC

II. Zásobenost půd draslíkem a hořčíkem – Soil supply with potassium and magnesium

Půda ¹	Mehlich 2 (mg K/kg)	KVK-UF (mg K/kg)	Půdní roztok ² (mg K/dm ⁻³)	Mehlich 2 (mg Mg/kg)	KVK-UF (mg Mg/kg)	Půdní roztok (mg Mg/dm ⁻³)	Stav zásobenosti půdy K ³ (% Δ od dolního optima ⁴ KVK-UF)
1	232	235	22,6	132	92	11,0	+95
2	97	92	9,1	194	164	17,9	-30
3	181	184	20,3	195	187	17,6	+54
4	128	136	9,0	186	190	9,3	+12
5	136	135	9,9	225	203	16,3	+12
6	117	118	7,0	208	204	13,8	-3
7	131	115	11,6	133	154	9,9	-11
8	193	166	14,0	189	181	9,8	+31
9	114	100	8,0	152	139	9,0	-22
10	145	118	8,4	220	208	12,3	-5
11	138	134	9,5	256	267	13,0	+14
12	156	138	18,5	113	64	11,4	0
13	256	230	12,6	226	139	9,6	+97
14	279	343	50,1	166	137	18,8	+155
15	307	342	47,8	259	221	20,0	+171
16	124	128	7,6	228	188	15,0	+5
17	230	200	16,1	274	222	14,9	+66
18	248	223	14,3	444	441	17,4	+91
19	208	176	16,0	182	156	15,6	+47

¹soil, ²soil solution, ³condition of soil supply with K, ⁴from lower optimum

Půdní test ¹ (počet testovaných půd ² ; n = 19)	Obsah Mg v rostlině ⁷		Odběr Mg výnosem rostliny ⁸	
	koefficient korelace ⁹	hladina významnosti ¹⁰	koefficient korelace	hladina významnosti
Mehlich 2	0,4517	0,0522	0,6853	0,0012
KVK-UF	0,6206	0,0046	0,7703	0,0001
Půdní roztok ³	0,2869	0,2336	0,4872	0,0344
Poměr ⁴ Mg/K (Mehlich 2)	0,7428	0,0003	0,5923	0,0075
Poměr Mg/K (KVK-UF)	0,7942	0,0000	0,6401	0,0032
Poměr Mg/K (půdní roztok)	0,6933	0,0010	0,5193	0,0227
% saturace ⁵ KVK ekv. K (KVK-UF)	0,7263	0,0004	0,8354	0,000
Korekce obsahu Mg v půdě stavem zásobenosti půdy K ⁶				
a	0,8677	0,0000	0,7892	0,0001
b	0,8634	0,0000	0,7932	0,0001

Kalkulační vzorce korekce obsahu Mg v půdě stavem zásobenosti půdy K – Formula for calculation of correction of Mg content in soil by condition of soil supply with K

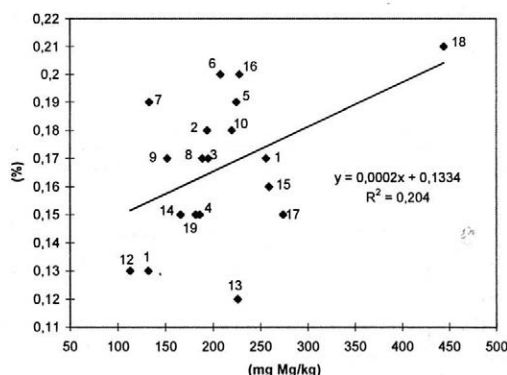
A = H - [H.(D/400)]

B = H - (D/30)

H = % ekvivalentů Mg z hodnoty KVK – % of Mg equivalents from the value KVK

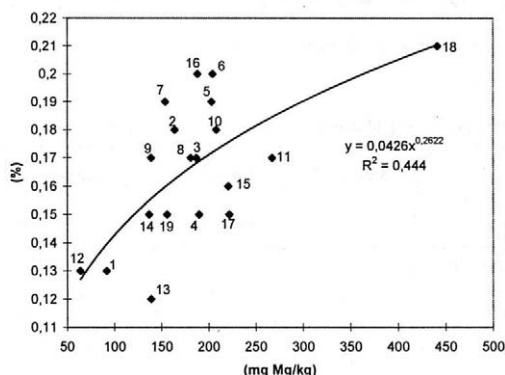
D = % difference K od dolní hranice optima KVK-UF (viz tab. II) – % of K difference from lower limit of optimum KVK-UF (see Tab. II)

¹soil test, ²number of tested soils, ³soil solution, ⁴ratio, ⁵% of saturation, ⁶correction of Mg content in soil by condition of soil supply with K, ⁷Mg content in plant, ⁸Mg withdrawal by plant yield, ⁹correlation coefficient, ¹⁰level of significance



1. Závislost obsahu hořčíku v rostlině na jeho obsahu v půdě stanoveném metodou Mehlich 2 – Dependence of magnesium content in plant on its content in soil determined by the method Mehlich 2

osa x: zásobenost půdy Mg – x axis: soil supply with Mg
osa y: obsah Mg v sušině nadzemní hmoty – y axis: Mg content in dry matter of above-ground mass



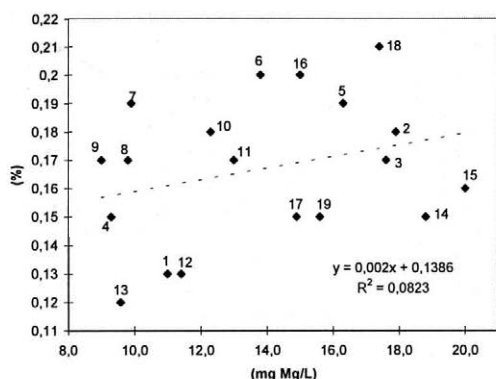
2. Závislost obsahu hořčíku v rostlině na jeho obsahu v půdě stanoveném postupem KVK-UF – Dependence of magnesium content in plant on its content in soil determined by the procedure KVK-UF

osa x: zásobenost půdy Mg – x axis: soil supply with Mg
osa y: obsah Mg v sušině nadzemní hmoty – y axis: Mg content in dry matter of above-ground mass

kvality minerálního složení trav a obilnin je třeba 0,2 % Mg (Grunes, 1983). Budeme-li považovat za spodní hranici obsahu hořčíku v mladých rostlinách žito 0,15 % Mg v sušině, je to obsah, který je dostatečný k zajištění základních fyziologických potřeb rostliny a rovněž i uspokojivé kvality minerálního složení produkce. Můžeme potom pro dané půdy definovat spodní parametry potřebného poměru Mg/K. Při testování půdy metodou Mehlich 2 by hodnota poměru měla být

vyšší než 0,8; pro metodu KVK-UF větší než 0,7 a pro půdní roztok větší než 0,6. K plnému zajištění vysoké kvality minerálního složení by poměry Mg/K u všech tří půdních testů měly převyšovat hodnotu 1,8 a blížit se hodnotě poměru 2.

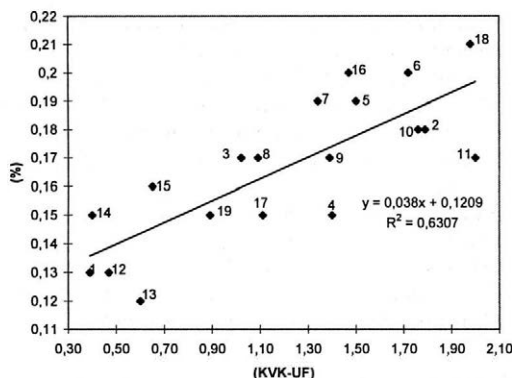
Větší rozptýl korelačního pole závislosti poměru Mg/K v půdě a obsahu Mg v rostlině u půd 13, 4 a 11 (obr. 4 a 5) by pravděpodobně mohl být způsoben dalšími interferenčními faktory (Tisdale et al., 1985),



3. Závislost obsahu hořčíku v rostlině na jeho koncentraci v půdním roztoku – Dependence of magnesium content in plant on its concentration in soil solution

osa x: koncentrace Mg v půdním roztoku – x axis: Mg concentration in soil solution

osa y: obsah Mg v sušině nadzemní hmoty – y axis: Mg content in dry matter of above-ground mass



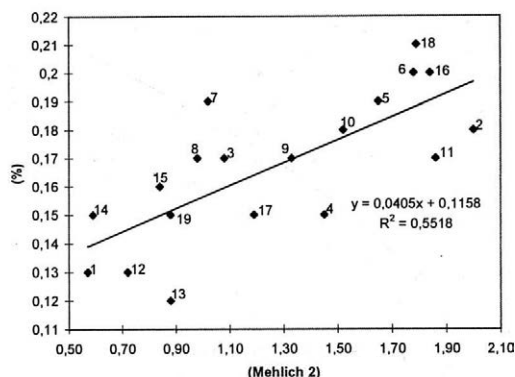
5. Závislost obsahu hořčíku v rostlině na poměrném zastoupení hořčíku a draslíku v půdě – Dependence of magnesium content in plant on relative representation of magnesium and potassium in soil

osa x: hmotnostní poměr Mg/K v půdě – x axis: weight ratio Mg/K in soil

osa y: obsah Mg v sušině nadzemní hmoty – y axis: Mg content in dry matter of above-ground mass

např. vyšší hodnotou sorpční kapacity v relaci k obsahu draslíku, čímž mohl vzniknout předpoklad intenzivnějšího a plynulejšího doplňování draslíku do rhizosféry. Dále v případě půd 4 a 11 by mohla rovněž spolupůsobit nízká hodnota pH ve spojení s toxicitou hliníku (Tan et al., 1993). U půdy 13 by k depresi příjmu hořčíku žitem mohl přispět i nízký obsah dostupného fosforu pro rostliny, který byl indikován metodou KVK-UF.

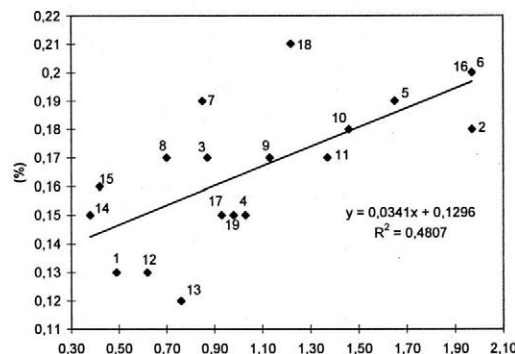
U půdního testu KVK-UF se rovněž stanovuje hodnota kationtové výměnné kapacity půdy (KVK). Tímto



4. Závislost obsahu hořčíku v rostlině na poměrném zastoupení hořčíku a draslíku v půdě – Dependence of magnesium content in plant on relative representation of magnesium and potassium in soil

osa x: hmotnostní poměr Mg/K v půdě – x axis: weight ratio Mg/K in soil

osa y: obsah Mg v sušině nadzemní hmoty – y axis: Mg content in dry matter of above-ground mass

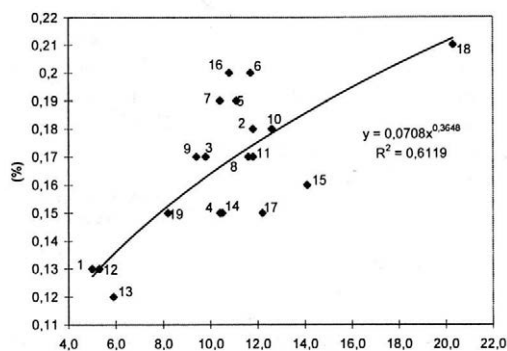


6. Závislost obsahu hořčíku v rostlině na poměrném zastoupení hořčíku v půdním roztoku – Dependence of magnesium content in plant on relative representation of magnesium in soil solution

osa x: hmotnostní poměr Mg/K v půdním roztoku – x axis: weight ratio Mg/K in soil solution

osa y: obsah Mg v sušině nadzemní hmoty – y axis: Mg content in dry matter of above-ground part

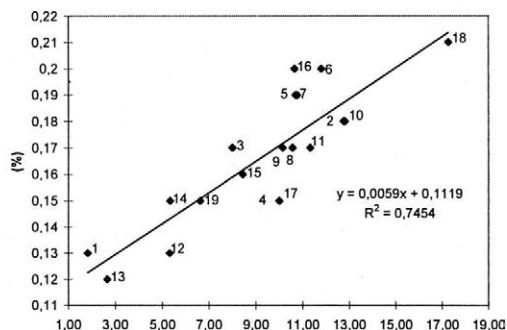
vzniká možnost odvození další charakteristiky stavu hořčíku v půdě, tj. procentuálního zastoupení ekvivalentů hořčíku v hodnotě KVK. Tato charakteristika je řadou autorů považována za dominantní parametr (Rossi et al., 1988; Haby et al., 1990). Námi zjištěné závislosti jsou uvedeny v tab. III a na obr. 7. Rozptýl korelačního pole na straně vyššího obsahu Mg v rostlině byl zjištěn u půd 5, 6, 7 a 16, které se vyznačovaly nižším obsahem draslíku. Rozptýl na druhou stranu korelačního pole souvisel s vyšší zásobeností půd draslíkem v relaci k hodnotě KVK (půdy 15 a 17).



7. Závislost obsahu hořčíku v rostlině na jeho zastoupení v sorpčním komplexu půdy – Dependence of magnesium content in plant on its representation in adsorption complex

osa x: % ekvivalentů Mg z hodnoty KVK – x axis: % of Mg equivalents from the KVK value

osa y: obsah Mg v sušině nadzemní hmoty – y axis: Mg content in dry matter of above-ground mass



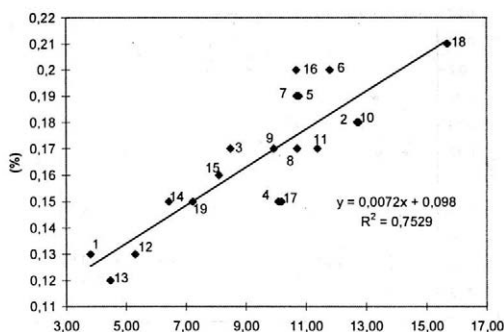
9. Vztah mezi obsahem hořčíku v půdě a rostlině po zahrnutí stavu zásobenosti půdy draslíkem – The relationship between magnesium in soil and plant after including the condition of the soil supply with potassium

osa x: zásobenost půdy Mg korigovaná K (korekce B – tab. III) – x axis: soil supply with Mg corrected by K (correction B – Tab. III)

osa y: obsah Mg v sušině nadzemní hmoty – y axis: Mg content in dry matter of above-ground mass

Z těchto výsledků lze vyvodit předpoklad, že za podmínky adekvátní zásobenosti půd draslíkem by stupeň nasycení sorpčního komplexu hořčíkem mohl být základním kritériem stavu zásobenosti půdy hořčíkem. Na základě výše uvedených výsledků je možné předpokládat, že spodní hranici zásobenosti půdy hořčíkem by mohla být hodnota 8 % nasycení sorpčního komplexu ekvivalenty hořčíku. K zajištění vysoké kvality produkce (jejího minerálního složení) by však stupeň nasycení sorpčního komplexu ekvivalenty Mg měl být kolem 17 %.

K nejvýraznějšímu zpřesnění těsnosti vztahu mezi půdním testem a obsahem hořčíku v nadzemní hmotě



8. Vztah mezi obsahem hořčíku v půdě a rostlině po zahrnutí stavu zásobenosti půdy draslíkem – The relationship between magnesium in soil and plant after including the condition of the soil supply with potassium

osa x: zásobenost půdy Mg korigovaná K (korekce A – tab. III) – x axis: soil supply with Mg corrected by K (correction A – Tab. III)

osa y: obsah Mg v sušině nadzemní hmoty – y axis: Mg content in dry matter of above-ground mass

mladých rostliněk žita došlo po zahrnutí odchylek zásobenosti půd draslíkem od předpokládané dolní hranice optima podle KVK-UF do Mg-testu půdy. Postup kalkulace parametrů je uveden pod tab. III. Zjištěné regresní vztahy jsou znázorněny na obr. 8 a 9. Tyto výsledky znovu zdůrazňují dominantnost postavení draslíku v půdě ve vztahu k možnosti příjmu ostatních kationtů, v tomto případě hořčíku, dále, že řešení problematiky vhodné zásobenosti půdy hořčíkem předpokládá komplexní přístup. Úspěšné řešení problematiky zásobenosti půd hořčíkem není možné bez předchozího zvládnutí optimalizace stavu draslíku v půdě.

Poděkování GA ČR za finanční podporu výzkumu v rámci projektu 503/94/0021.

LITERATURA

- GRUNES, D. L.: Uptake of magnesium by different plant species. In: Proc. John Lee Pratt Int. Symp. on the Role of Magnesium in Animal Nutrition. Virginia Polytechnic Inst. Press, Blackburg, VA, 1983: 23–38.
- GRUNES, D. L. – WELCH, R. M.: Plant contents of magnesium, calcium and potassium in relation to ruminant nutrition. J. Anim. Sci., 67, 1989 (12): 3485–3494.
- HABY, V. A. – RUSSELLE, M. P. – SKOGLEY, E. O.: Testing soils for potassium, calcium, and magnesium. In: Soil Testing and Plant Analysis. WESTERMAN, R. L. (ed.), 3rd ed., SSSA Book Series, 1990 (3): 181–227.
- JAVORSKÝ, P. et al.: Chemické rozborů v zemědělských laboratořích. 1. díl. České Budějovice, MVŽ ČSR 1987. 397 s.
- MARSCHNER, H.: Mineral nutrition of higher plants. London, San Diego, New York, Boston, Sydney, Tokyo, Toronto, Acad. Press, Harcourt Brace & Comp. Publ. 1995.

MATULA, J. – PIRKL, J.: Vyluhovací roztok pro stanovení draslíku, hořčíku, vápníku, sodíku, manganu a rostlinám dostupného fosforu v půdě a hodnoty kationtové výměnné kapacity. AO č. 272804. Praha, Úřad pro vynálezy a objevy 1988.

MEHLICH, A.: New extractant for soil test evaluation of phosphorus, potassium, magnesium, calcium, sodium, manganese and zinc. Commun. Soil Sci. Pl. Anal., 9, 1978 (6): 477–492.

MENGEL, K. – KIRKBY, E. A.: Principles of plant nutrition. Bern, Int. Potash Inst. 1982.

ROSSI, N. – NYE, P. H. – GRUNES, D. L. – SANCHIRCO, C. A.: Prediction of the calcium to calcium plus magnesium ratio in soil-grown winter wheat forage. Soil Sci. Soc. Amer. J., 52, 1988: 152–160.

TAN, K. – KELTJENS, W. G. – FINDENEKG, G. R.: Evaluating the contribution of magnesium deficiency in the alu-

minium toxicity syndrome in twelve sorghum genotypes. Pl. and Soil, 149, 1993: 255–261.

TISDALE, S. L. – NELSON, W. L. – BEATON, J. D.: Soil and fertilizer potassium. In: Soil fertility and fertilizers, New York, Macmillan 1985: 249–250.

TRÁVNÍK, K. – STAŇA, J. – HUSÁKOVÁ, A. – ZBÍRAL, J.: Možnosti zavedení metody stanovení přístupných živin v půdě podle Mehlicha do systému agrochemického zkoušení půd. [Závěrečná zpráva.] ÚKZÚZ 1988.

VANĚK, V. et al.: Hořčík a jeho význam v zemědělství. Praha, ČZU 1995. 91 s.

WILKINSON, S. R. – STUEDEMANN, J. A. – GRUNES, D. L. – DEVINE, O. J.: Relation of soil and plant magnesium to nutrition of animals and man. Magnesium, 6, 1987: 74–90.

Došlo 7. 3. 1996

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Jiří Matula, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/36 08 51, fax: 02/36 52 28

**Nejčerstvější informace o časopiseckých člancích
poskytuje automatizovaný systém**

Current Contents

na disketách

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna odebírá časopis „**Current Contents**“ řadu „**Agriculture, Biology and Environmental Sciences**“ a řadu „**Life Sciences**“ na disketách. Řada „Agriculture, Biology and Environmental Sciences“ je od roku 1994 k dispozici i s abstrakty. Obě tyto řady vycházejí 52krát ročně a zahrnují všechny významné časopisy a pokračovací sborníky z uvedených oborů.

Uložení informací z Current Contents na disketách umožňuje nejrozmanitější referenční služby z prakticky nejčerstvějších literárních pramenů, neboť báze dat je **doplňována každý týden** a neprodleně expedována odběratelům. V systému si lze nejen prohlížet jednotlivá čísla Current Contents, ale po přesném nadefinování sledovaného profilu je možné adresně vyhledávat informace, tisknout je nebo kopírovat na disketu s možností dalšího zpracování na vlastním počítači. Systém umožňuje i tisk žádanek o separát apod. Kumulované vyhledávání v šesti číslech Current Contents najednou velice urychluje rešeršní práci.

Přístup k informacím Current Contents je umožněn dvojnásobem:

- 1) **Zakázkový přístup** – po vyplnění příslušného zakázkového listu (objednávky) je vhodný především pro mimopražské zájemce.

Finanční podmínky: – použití PC – 15 Kč za každou započatou půlhodinu
– odborná obsluha – 10 Kč za 10 minut práce
– vytištění rešerše – 1 Kč za 1 stranu A4
– žádanky o separát – 1 Kč za 1 kus
– poštovné + režijní poplatek 15 %

- 2) **„Self-service“** – samoobslužná práce na osobním počítači v ÚZLK.

Finanční podmínky jsou obdobné. Vzhledem k tomu, že si uživatel zpracovává rešerši sám, je to maximálně úsporné. (Do kalkulace cen nezapočítáváme cenu programu a databáze Current Contents.)

V případě Vašeho zájmu o tyto služby se obraťte na adresu:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna

Dr. Bartošová

Slezská 7

120 56 Praha 2

Tel.: 02/24 25 79 39, l. 520, fax: 02/24 25 39 38

Na této adrese obdržíte bližší informace a získáte formuláře pro objednávku zakázkové služby. V případě „self-servisu“ je vhodné se předem telefonicky objednat. V případě zájmu je možné si objednat i průběžné sledování profilu (cena se podle složitosti zadání pohybuje čtvrtletně kolem 100 až 150 Kč).

VPLYV VODNÉHO A TEPLOTNÉHO STRESU NA PRODUKTIVITU ODRÔD OZIMNEJ PŠENICE

THE EFFECT OF WATER AND TEMPERATURE STRESSES ON PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT VARIETIES

J. Švihra, M. Brestič, K. Olšovská

University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: In the years 1991 to 1994 the pot vegetation experiments on winter wheat genotypes were carried out. Measurements were done after anthesis in the period of grain formation when plants have already limited autoregulation possibilities of compensating negative impact of stress of water and temperature stress by growth and development processes. The increase in diffusion resistance of flag and penultimate leaves, indicating graduation of the stress and the level of dehydration expressed by relative water content (Tab. I), shows the differences in genotypes in water regulation (Fig. 2). The relationship between the relative water content and stomatal resistance also indicates that its dynamics for flag leaf under the stress conditions was identical in all the genotypes. In the latter leaf the differences in this parameter were more marked what signifies a differentiated effectiveness of compared genotypes and heterogeneity of the mechanism of regulation of water losses in the whole plant. The results presented correlate well with the dynamics of the increase in dry matter weight in wheat grains during their filling after simulated stress (Fig. 3). The least relative reduction of grain weight, detected in measurement of stomatal resistance, was manifested in Bu-33, being a genotype more drought-resistant, which with the growing water deficit of leaf blades to high levels of dehydration, keeps the highest stomatal conductance of all the investigated varieties. Statistical evaluations support assertions about negative, highly significant consequence of water and temperature stress on the reduction characteristics studied. Early indication of stress degree, its elimination by optimization measures, or suitable selection of genotypes may reduce a negative effect of stress factors on production capacity of plants.

wheat; water and temperature stress; water deficit; adapting reactions; stomatal resistance; relative water content; differences among genotypes

ABSTRAKT: V experimentoch s ozimnou pšenicom, na základe meraní po anthéze v období tvorby zrna, kedy majú rastliny už obmedzené autoregulačné možnosti kompenzovať negatívny vplyv vodného a teplotného stresu prostredníctvom rastových a vývinových procesov, bola meraná difúzna rezistencia, relatívny obsah vody listových čepeľí zástavkového a predposledného listu, ako aj hospodársky efekt adaptačných reakcií. Vzťah medzi relatívnym obsahom vody a difúznou rezistenciou bol výrazne genotypovo modifikovaný u predposledného listu. Hodnotenia genotypov korelujú s dynamikou nárastu hmotnosti sušiny zrn počas ich naplňovania v podmienkach stresu. Včasnou indikáciou stupňa stresu, jeho elimináciou, ako aj vhodnou voľbou genotypov možno do určitej miery obmedziť negatívny dopad stresových faktorov na produkčné schopnosti rastlín.

pšenica; vodný a teplotný stres; vodný deficit; adaptačné reakcie; rezistencia prieduchov; relatívny obsah vody; genotypové rozdiely

ÚVOD

V procese tvorby úrody sa premieta komplex interakcií rastliny a prostredia, ktorý ovplyvňuje realizáciu produkčného potenciálu genotypov. Aj v stredoeurópskych podmienkach sa frekventovane vyskytujú regióny, resp. obdobia ovplyvnené suchom a vysokými teplotami (Nalborczyk, Czembor, 1992), zvyrazňované narastajúcimi globálnymi klimatickými zmenami. Maximálna produkcia sa dosahuje pri súlade potrieb rastlín s podmienkami vonkajšieho prostredia. Prostredie indukuje stresové situácie, ovplyvňujúce schopnosti produkcie, transportu a akumulácie sušiny v hospo-

dársky dôležitých orgánoch. Súčasne treba podotknúť, že fyziologické procesy sú priamo ovplyvnené vnútorným vodným režimom rastlín (Huzulák, Matejka, 1989; Smirnov, 1995) a len nepriamo charakteristikami ich prostredia, preto je potrebné začleniť ich do hodnotení efektívnosti produkčných systémov. V súčasnosti sa do popredia dostávajú práce (Tardieu, Davies, 1993) pojednávajúce o mechanizmoch a rýchlosti prenosu signálov environmentálnych stresov. Je všeobecne uznávaný fakt, že jedným z najvýznamnejších adaptačných syndrómov na vznikajúce odpory prostredia je zatváranie prieduchov, znamenajúce nárast difúznej rezistencie listov, čo môže signalizovať

disproporcie medzi ponukou prostredia a požiadavkou rastlín. Mnohé práce (Cíglar, Smatana, 1988; Pačuta, 1995), vychádzajúce z hodnotení interakcie genotyp–prostredie, ukazujú na stupeň pôsobenia faktorov a odrôd z hľadiska tvorby úrody. Integrované polyfaktoriálne prepojenie (Uher, Kóňa, 1992) naznačuje predovšetkým možnosti optimalizácie produkčného procesu, ako aj podiel jednotlivých faktorov na redukcii úrody, využívajúc biologický potenciál plodín a odrôd.

Názory mnohých fyziológov rastlín sa zjednocujú v tom, že u obilnín sú to práve stresy v dozrievacom procese, indukované vysokými teplotami a deficitom vody, ktoré môžu výrazne redukovať reprodukčnú hodnotu genotypu (Shpiler, Blum, 1986; Evans, 1993). V produkčnom procese dochádza k zvýhodňovaniu a optimalizácii hlavného stebľa. V období tvorby zrna už majú rastliny obmedzené možnosti kompenzovania negatívneho vplyvu stresov prostredníctvom rastových a vývinových procesov, preto sa ich dopad prejaví hlavne v redukcii akumuláčného efektu zŕn v klase. Z týchto dôvodov sú v predloženej práci analyzované reakcie vybraných odrôd ozimnej pšenice na vodné a teplotné stresy po antéze a ich dopad na produkčnú schopnosť rastlín.

MATERIÁL A METÓDA

V rokoch 1991 až 1994 sme uskutočnili sériu nádobových vegetačných pokusov s tromi odrodami ozimnej pšenice (Vlada, Lívia, novošľachtenc Bu-33). Výsev semien do 15l PVC nádob s pôdnym hlinito-piesočnatým substrátom bol uskutočnený v agrotechnickom termíne začiatkom októbra. Na prezimovanie boli nádoby umiestnené do pôdneho substrátu. Na jar po prezimovaní boli rastliny prihnojované liadkom vápenatým. Počas ontogenézy boli pestované vo vegetačnej voliére. Obsah vody v pôde bol udržiavaný na úrovni cca 65 % VVK.

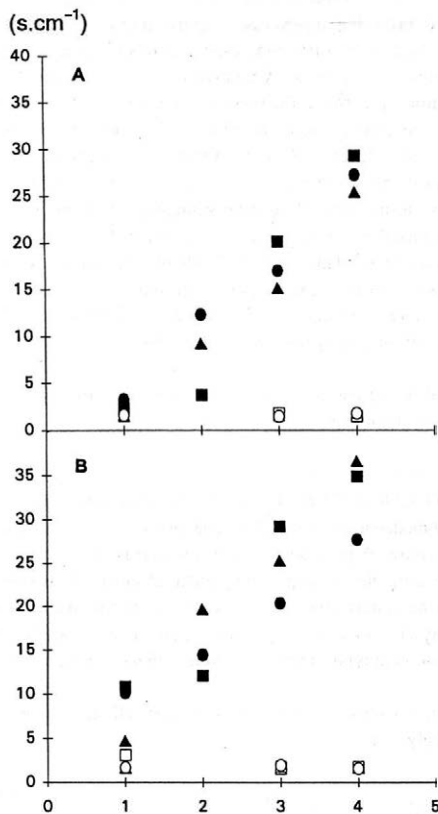
Vodný a teplotný stres bol simulovaný prerušením pravidelného zalievania 20 dní po antéze tak, že rastliny boli premiestnené do klimatizovanej miestnosti s teplotou 35 až 37 °C, resp. 20 až 22 °C (deň / noc), s relatívnou vzdušnou vlhkosťou 40 až 45 %. Po uskutočnení vodného stresu boli rastliny znovu umiestnené do podmienok kontrolných rastlín vo vegetačnej voliére a resaturované vodou. Počas stresu bola meraná difúzna rezistencia strednej časti zástavkového a druhého – predposledného listu (porometer Delta T Devices) a relatívny obsah vody týchto listov (RWC) podľa vzťahu:

$$RWC = \frac{(\text{čerstvá hmotnosť} - \text{súchá hmotnosť})}{(\text{hmotnosť po saturácii} - \text{súchá hmotnosť})} \cdot 100$$

Výsledky boli spracované formou priemerných hodnôt z minimálne 10 meraní. V období plnej zrelosti boli kvantifikované základné rastovo-produkčné parametre klasy, ako aj kinetika nárastu hmotnosti sušiny zŕn v klase po simulovaných stresoch. Výsledky boli štatisticky hodnotené analýzou variancie.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky ukazujú, že vodné a teplotné stresy spôsobujú zmeny parametrov vodného režimu funkčných listov počas dozrievacieho procesu ozimnej pšenice. Mnohé publikácie ukazujú, že obsah vody v listoch je počas pomalejšej dehydratácie rastlín vyrovnaný a relatívne stabilný, avšak interakcia deficitu vody a vysokých teplôt rýchlejšie indukovala dehydratáciu pletív. Tieto faktory ovplyvnili stupeň straty vody transpiráciou a difúznou rezistenciou listov (obr. 1). U nestresovaných rastlín prakticky neboli zaznamenané odrodové rozdiely, avšak v meraniach počas stresu boli odlišnosti v spôsobe hospodárenia s vodou. U rastlín vystavených



1. Závislosť difúznej rezistencie listov (A – 1. list, zástavkový, B – 2. list) od počtu dní dehydratácie u pšenice – Dependence of stomatal resistance of leaves (A – 1st leaf, flag, B – 2nd leaf) on the number of dehydration in wheat

os x: dehydratácia (dni) – x axis: dehydration (days)
os y: difúzna rezistencia – y axis: stomatal resistance

Vysvetlivky k obr. 1 až 3 – Explanations to Figs 1 to 3:

Lívia $\triangle$
Vlada $\square$
Bu-33 $\circ$
 $\triangle \square \circ$ – kontrola – control
 $\blacktriangle \blacksquare \bullet$ – vodný stres – water stress

I. Vplyv vodného a teplotného stresu 20 dní po anthéze na relatívny obsah vody (RWC) u zástavkového (1) a predposledného (2) listu – The effect of 20 days water and temperature stress after anthesis on relative water content (RWC) in flag (1) and penultimate (2) leaf

Odroda ¹	List ²	RWC (%)							
		kontrola ³				stres ⁴			
		1. deň ⁵	2. deň	3. deň	4. deň	1. deň	2. deň	3. deň	4. deň
Livia	1.	93,8	92,0	92,9	90,5	92,5	77,6	60,2	45,5
	2.	94,0	88,7	83,0	87,6	89,7	75,6	53,0	42,4
Vlada	1.	96,0	92,8	93,3	89,7	94,3	88,0	71,7	51,2
	2.	93,3	89,9	82,0	87,6	93,8	82,0	70,4	46,4
Bu-33	1.	94,4	89,0	87,6	86,5	87,7	74,1	57,8	44,1
	2.	91,5	85,5	81,4	83,4	87,3	66,5	49,6	35,9
$\bar{x}$		93,7	89,7	86,7	87,6	90,9	77,3	60,5	44,3

¹variety, ²leaf, ³control, ⁴stress, ⁵day

stresu spôsobili faktory inhibície otvorenosti prieduchov celkové postupné zvyšovanie difúznej rezistencie a zvýraznili existujúce odrodové rozdiely. Už po prvom dni stresu výrazne narastá difúzna rezistencia listov stresovaných rastlín, ktorá je vyššia u fyziologicky starších listov.

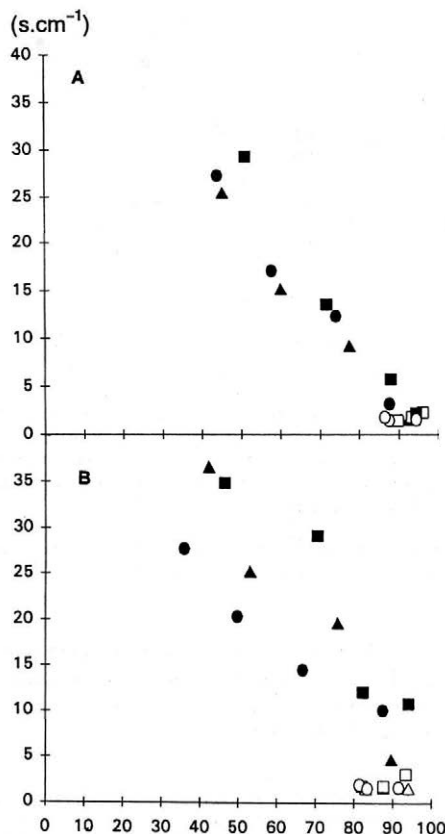
Merania ukazujú rozdiel v stupni inhibície otvorenosti prieduchov u jednotlivých odrôd a trend tohto typu adaptácií na dehydratáciu. Najvyššiu vodivosť prieduchov druhého listu počas obdobia stresu si zachováva Bu-33 o 25 až 28 % v porovnaní s odrodami Livia a Vlada.

Relatívny obsah vody je u rastlín udržiavaných pri optimálnej vodnej zásobenosti u jednotlivých odrôd vzhľadom na silné evapotranspiračné požiadavky na úrovni 87 až 96 % u zástavkového listu, resp. 83 až 94 % u druhého listu. Počas simulovaných stresov klesá na 45 až 51 % (tab. I), čo presahuje mieru silného stresu a je hranicou dehydratovaného stavu pletív (Levitt, 1980). Zníženie relatívneho obsahu vody v listoch a jeho vzťah k difúznej rezistencii potvrdzuje stupeň stresu, heterogenitu listových čepelí zástavkového a predposledného listu, ako aj odrodovú variabilitu (obr. 2).

U zástavkového listu vidíme, že v podmienkach simulovanej relatívne rýchlej dehydratácie rastlín je veľmi tesný vzťah medzi relatívnym obsahom vody a zmenami difúznej rezistencie. Nebol zistený rozdiel medzi odrodami, ale tendenčná a jednoznačná účinnosť mechanizmu inhibície otvorenosti prieduchov na svetle (Tardieu, Davies, 1993).

Odrodové rozdiely sú významnejšie u druhého listu, u ktorého sa zvýrazňuje miera variability sledovaného znaku počas stresového stavu. Tento fakt súvisí so stomatickou limitáciou a potenciálnym znížením fotosyntetickej aktivity po poklese obsahu vody za hranicu mierneho deficitu vody v listoch. Uvedená kvantifikácia dokumentuje heterogenitu mechanizmu regulácie strát vody u celistvej rastliny. Postresovou rehydratáciou rastlín sa už po 6 h dosahuje pôvodný stav v obsahu vody v čepeliach zástavkových listov na úrovni 83 % pre Bu-33, resp. 87 až 88 % v prípade odrôd

Livia a Vlada, ako aj úplné uvoľnenie prieduchov z inhibície ich otvorenosti. U druhého listu sme po rehydratácii zaznamenali postresové symptómy, ako sú žltnutie



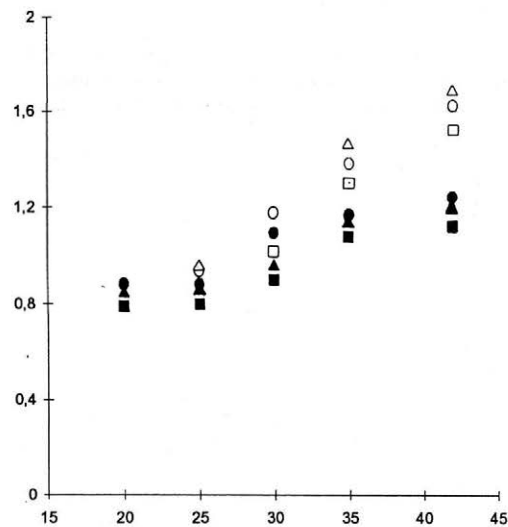
2. Závislosť difúznej rezistencie listov (A – 1. list, zástavkový, B – 2. list) od relatívneho obsahu vody u pšenice – Dependence of stomatal resistance of leaves (A – 1st leaf, flag, B – 2nd leaf) on relative water content in wheat

os x: relatívny obsah vody (%) – x axis: relative water content (%)
os y: difúzna rezistencia – y axis: stomatal resistance

II. Rastovo-produkčné parametre rastlín ozimnej pšenice po vodnom a teplotnom strese 20 dní po antheze – Growth-production parameters of winter wheat plants after water and temperature stress 20 days from anthesis

Odroda ¹	Variant ²	Dĺžka klasu ³ (mm)	Počet kláskov ⁴	Hmotnosť klasu ⁵		Počet zŕn v klase ⁶	Hmotnosť zŕn v klase ⁷		Hmotnosť zŕn na nádobu ⁸	
				g	%		g	%	g	%
Vlada	kontrola ⁹	766	18,4	1,82	100	34,9	1,52	100	53,20	100
	stres ¹⁰	789	19,1	1,48	81,3	34,2	1,12	73,7	38,08	71,6
Livia	kontrola	666	15,6	2,13	100	31,9	1,69	100	60,84	100
	stres	688	16,1	1,63	76,5	33,9	1,21	71,6	44,77	73,6
Bu-33	kontrola	926	17,5	2,03	100	42,4	1,63	100	52,16	100
	stres	922	18,2	1,62	79,8	39,7	1,24	76,0	40,92	78,5

¹variety, ²variant, ³length of spike, ⁴number of spikelets, ⁵spike weight, ⁶number of grains per spike, ⁷grain weight per spike, ⁸grain weight per pot, ⁹control, ¹⁰stress



3. Dynamika hmotnosti sušiny zŕn pšenice v g/klas v procese ich naplňovania po vodnom a teplotnom strese, indukovanom 20 dní po antheze – Dynamics of dry matter weight of wheat grains in g/spike in the process of their filling after water and temperature stress induced 20 days after anthesis

os x: počet dní po antheze – x axis: number of days after anthesis
os y: hmotnosť zŕn (g/klas) – y axis: grain weight (g/spike)

a usychanie listov alebo ich častí, preto plasticita odrôd sa bude prezentovať nielen schopnosťami adaptácie na stresové podmienky prostredia, ale aj reštitúciou po eliminácii stresových faktorov.

Početné literárne údaje ukazujú, že adaptačné reakcie prebiehajúce už na molekulárnej úrovni sa realizujú ako zmeny rastových a produkčných parametrov rastlín, ako aj fotosyntézy listov a klasu (Blum, 1986; Christen et al., 1995), v systéme source-sink asimilátov (Nátr, 1995), až po rozdiely v produkčných schopnostiach odrôd (Shpiller, Blum, 1986; Švihra, Hudcová, 1986; Švihra, 1992; Zima et al., 1990). Aj z tohto dôvodu sme sa snažili prepojiť jednoduché nedeštruktívne ekofyziologické merania na úrovni listových čepelí fotosynteticky aktívnych listov súčasne s analýzami produkčných schopností vybraných odrôd.

Simulovaný stres 20 dní po antheze u genotypov ozimnej pšenice už neovplyvňuje ani priemernú dĺžku klasov, ani počet kláskov a počet zŕn v klase (tab. II). Výsledok adaptačných reakcií na vodný a teplotný stres sa v tomto období môže prejavovať iba v znížení výslednej hmotnosti zŕn v klase.

Z merania kinetiky hmotnosti sušiny zŕn počas ich naplňovania v rozpätí 20 až 42 dní (obr. 3) vyplývajú odrodové rozdiely, ako aj stresom indukovaná inhibícia ukladania asimilátov. Stres simulovaný 20 dní po antheze sa začína výrazne prejavovať v akumuláčnom efekte po 10 dňoch jeho pôsobenia, pričom nárast hmotnosti zŕn po 22 dňoch dosahuje len 71 až 76 % úrovne kontrolných rastlín. Vplyv stresu na konečnú hmotnosť klasu ukazuje, že redukcia u jednotlivých odrôd sa pohybuje od 76,5 do 81,3 %, ale pokles hmotnosti zŕn v klase predstavoval maximálne 76 % úrovne kontrolných rastlín. Z výsledkov ďalej vyplýva, že najmenšiu relatívnu redukciu hmotnosti zŕn, ktorú sme detekovali už meraním difúznej rezistencie, mal nšl.

III. Štatistické hodnotenie úrody zrna v priemernom klase – Statistical evaluation of grain yield in average spike

Zdroj premenlivosti ¹	Súčet štvorcov ²	Stupeň voľnosti ³	Rozptyl ⁴	F-test ⁵	Významnosť ⁶
Odroda ⁷	0,6795	2	0,1023	2,98	+
Stres ⁸	3,1242	1	0,5824	57,27	++

+ $P_{0,05}$

++ $P_{0,01}$

¹variability source, ²sum of squares, ³degree of freedom, ⁴variance, ⁵F-test, ⁶significance, ⁷variety, ⁸stress

Zdroj premenlivosti ¹	Súčet štvorcov ²	Stupeň voľnosti ³	Rozptyl ⁴	F-test ⁵	Významnosť ⁶
Vlaha	0,02314	6	0,00194	142,5	–
Stres	0,65433	1	0,15791	–	++
Lívia	0,02130	6	0,01860	134,21	–
Stres	0,59430	1	0,14941	–	++
Bu-33	0,20240	6	0,00173	127,41	–
Stres	0,54321	1	0,13422	–	++

+ $P_{0,05}$ ++ $P_{0,01}$

For 1–6 see Tab. III

Bu-33 ako genotyp suchovzdornejší, ktorý pri narastajúcom vodnom deficite listových čepeľí až do vysokých úrovní dehydratácie si zo sledovaných odrôd udržiava najvyššiu difúziu vodivosti listov. Stresy vysokopreukazne vplývali na súbor sledovaných znakov. Štatistické hodnotenia (tab. III, IV) podopierajú tvrdenia o negatívnom a vysokopreukaznom dôsledku vodného a teplotného stresu na produkčné charakteristiky ozimnej pšenice a stupeň ich modifikácie voľbou genotypu, ktorý môže preukazne ovplyvniť hospodársky efekt adaptácií a parametre úrody.

LITERATÚRA

- BLUM, A.: The effect of heat stress on wheat leaf and ear photosynthesis. *J. Exp. Bot.*, 37, 1986: 111–118.
- CÍGLAR, J. – SMATANA, J.: Vplyv predplodiny, hnojenia a obrábania pôdy na počet rastlín, tvorbu a redukciu odnoží ozimnej pšenice. *Rostl. Výr.*, 34, 1988 (4): 371–378.
- CHRISTEN, O. – SIELING, K. – RICHTER-HARDER, H. – HANUS, H.: Effects of temporary water stress before anthesis on growth, development and grain yield of spring wheat. *Eur. J. Agron.*, 4, 1995 (4): 27–36.
- EVANS, L. T.: Crop evolution, adaptation and yield. Cambridge, Univ. Press 1993. 500 s.
- HUZULÁK, J. – MATEJKA, F.: Fyziologická indikácia termínu zavlažovania ozimnej pšenice. *Rostl. Výr.*, 35, 1989 (4): 347–352.
- LEVITT, J.: Interrelations. Responses of plants to environmental stresses. Vol. II. Water, radiation, salt and other stresses. New York, Acad. Press 1980: 531–570.
- NALBORCZYK, E. – CZEMBOR, H. J.: Cereal and root-crop systems in Central Europe. In: PEARSON, C. J. (ed.): Ecosystems of the world. Field crop ecosystems. Amsterdam, London, New York, Tokyo, Elsevier 1992: 373–384.
- NÁTR, L.: Grain yield formation. *Fragm. Agron.*, 46, 1995 (2): 84–93.
- PAČUTA, V.: Vplyv hnojenia, rôzneho výsevu a termínu sejby na úrodu ozimnej pšenice. *Acta Fytotechn. Univ. Agric. (Nitra)*, 1995: 41–51.
- SHPIER, L. – BLUM, A.: Differential reaction of wheat cultivars to hot environments. *Euphytica*, 35, 1986: 483–492.
- SMIRNOFF, N.: Metabolic flexibility in relation to the environment. In: SMIRNOFF, N. (ed.): Environment and plant metabolism: flexibility and acclimation. *Bios Sci. Publ.* 1995: 1–13.
- ŠVIHRA, J.: Vplyv teplotného a vodného stresu po antheze na kapacitu zrnového sinku vybraných odrôd ozimnej pšenice. *Rostl. Výr.*, 38, 1992 (12): 989–994.
- ŠVIHRA, J. – HUDECOVÁ, M.: Dozrievanie ozimnej pšenice (*Triticum aestivum* L.) vo vzťahu k vodnému a teplotnému stresu. *Rostl. Výr.*, 32, 1986 (4): 347–354.
- TARDIEU, F. – DAVIES, J.: Root-shoot communication and whole plant regulation of water flux. In: SMITH, J. A. C. – GRIFFITHS, H. (eds): Water deficit in plants. *Bios Sci. Publ.* 1993: 147–162.
- UHER, A. – KÓŇA, J.: Vplyv výživy, hnojenia a agroklimatických podmienok na úrodu a kvalitatívne vlastnosti plodín. *Zbor. Symp. EKOS, Nitra*, 1992: 325–331.
- ZIMA, M. – ŠVIHRA, J. – HOJČUŠ, R. – KUBOVÁ, A. – BRESTIČ, M. – HUDECOVÁ, M.: Využitie primárnych zdrojov energie a vody na tvorbu biomasy a úrody pri regulovaní produkčnej schopnosti pôdy. [Záverčná správa.] Nitra, 1990.

Došlo 13. 3. 1996

Kontaktná adresa:

Prof. Ing. Ján Švihra, DrSc., Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/601, fax: 087/41 14 51

VZTAHY MEZI VLÁHOVÝM REŽIMEM, KVALITOU VODY A VÝNOSY CELERU NA PÍŠČITOHLEINÉ PŮDĚ

RELATIONSHIPS AMONG MOISTURE REGIMES, QUALITY OF WATER AND YIELDS OF CELERY ON SANDY LOAM

O. Ivanek, M. Soukup

Research Institute for Soil and Water Conservation, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: Water balance and quality were studied on the sandy loam using set of ten lysimeters at the experimental station of the Research Institute for Soil and Water Conservation at Hořín near Mělník, in celery stands. The results of one-year measurements showed significant dependence of NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ions concentration on moisture regimes or groundwater table (GWT). The concentration of the bivalent ions (being in significant excess in comparison with the monovalent ones) dropped and that of the monovalent ions (with the exception of NO_3^-) grew with the increasing GWT.

underground irrigation; water quality; lysimeters; moisture regimes

ABSTRAKT: Na výzkumné stanici Hořín u Mělníka byla měřena vodní bilance a monitorována kvalita vody v písčitohlejnité půdě s využitím sady deseti lyzimetrů s plodinou celerem. Byla zjištěna významná závislost koncentrace iontů NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} a výnosu na vláhovém režimu. Koncentrace dvojmocných iontů (jež byly v přebytku ve srovnání s jednomocnými ionty) klesala a koncentrace jednomocných iontů (s výjimkou NO_3^-) jednoznačně vzrůstala se zvyšováním hladiny podzemní vody (HPV), tj. zásobou podzemní vody v lyzimetrech.

podzemní závlaha; kvalita vody; lyzimetry; vláhové režimy

ÚVOD

Při úpravách vláhových režimů zemědělské půdy hraje důležitou roli ovlivnění kvality vody. Často je diskutován zejména vliv vláhového režimu na kvalitu vody v drenážních systémech, co se týká obsahu nitrátů (Kvítek, 1994) a vztah mezi vláhovým režimem a výnosy zemědělských plodin v lyzimetrických systémech (Soukup et al., 1994).

MATERIÁL A METODA

Vliv řízeného vláhového režimu na kvalitu podzemní vody a velikost výnosů byl sledován na lyzimetrické stanici Hořín u Mělníka, na nivní půdě písčitohlejnité s plodinou celerem. Stanice je vybavena 18 betonovými lyzimetrickými nádobami s plochou 6,25 a 8,75 m² o hloubce 1,4 m. Bližší charakteristiky uvádí Fídlér (1993, 1995). Hloubky hladin podzemní vody (HPV) byly řízeny nastavitelnou přelivnou hranou. Odtok vody z nádob byl automaticky registrován objemovými překlápěcími měřiči.

Během experimentu, probíhajícího v období duben až říjen 1995, bylo vyhodnoceno několik variant vlá-

hových režimů, realizovaných na deseti lyzimetrických nádobách: jedna varianta s plodinou a s přirozenou závlahou, označená A (proměnlivá a současně nejnižší HPV, dvě lyzimetrické nádoby) a tři varianty s podzemní závlahou, které jsou označeny B (HPV 0,8 m; dvě nádoby s plodinou), C (HPV 0,4 m; čtyři nádoby s plodinou) a D (HPV 0,4 m; dvě nádoby, úhor). Krátce před výsadbou plodiny byl aplikován superfosfát, 40% síran draselný v dávkách po 25 g.m⁻² a ledek amonný v dávce 12 g.m⁻². Každý lyzimetr byl osazen devíti rostlinami celeru. Průběžně s řízením vláhového režimu, zahrnujícím měření spotřeby závlahové vody, byly denně sledovány běžné meteorologické údaje: teplota vzduchu a půdy, srážky a výpar. Dále byla sledována vlhkost povrchové vrstvy půdy systémem tenzometrických čidel WATERMARK. V měsíčních intervalech byla měřena vlhkost půdy v celém půdním profilu v hloubkách 0,2; 0,3; 0,4 až 1,4 m neutronovou sondou TROXLER pro stanovení zásoby vody v lyzimetrických nádobách. Současně byly odebrány vzorky podzemní, srážkové a závlahové vody. Ve vzorcích vody byly monitorovány a vyhodnoceny tyto ukazatele: nerozpuštěné a rozpuštěné látky (dále NL, RL), pH, vodivost, ChSK (Mn), NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ,

HCO₃⁻. Významnost rozdílů v kvalitě vody a výnosech plodin mezi variantami byla zjišťována metodou analýzy rozptylu na 5% hladině významnosti.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Průměrné hodnoty zásoby vody v lyzimetrických nádobách a celkové objemy vody vstupující do těchto nádob v měrném období jsou pro jednotlivé varianty vláhového režimu uvedeny v tab. I. Průměrné hodnoty

měřených ukazatelů v podzemní vodě a jejich zúžený výběr ve srážkové a závlahové vodě jsou uvedeny v tab. II. Pro varianty s plodinou byla zjištěna významná závislost celkového obsahu rozpuštěných látek (RL), vodivosti a koncentrace iontů NO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ na vláhovém režimu, resp. hloubce HPV. Obsah RL, vodivost a koncentrace dvojmocných iontů SO₄²⁻, Ca²⁺, (Mg²⁺) přitom klesaly s rostoucím objemem zásoby podzemní vody, tj. se zvyšováním HPV, zatímco obsah jednomocných iontů Cl⁻, K⁺, (NO₃⁻) naopak stoupal.

I. Charakteristiky vláhových režimů za období duben až říjen 1995 a výnosové hladiny pro jednotlivé varianty – Characteristics of moisture regimes for the period of April to October 1995 and yield levels for different treatments

Varianta ¹		Přirozená ²	HPV 0,8	HPV 0,4	HPV 0,4 úhor ³
Označení ⁴		A	B	C	D
Výnos ⁵	kg.ha ⁻¹	31 080	23 600	40 530	0
Zásoba podzemní vody ⁶	l	2 582	2 735	3 744	4 353
Objem vstupující vody ⁷	l				
srážkové ⁸ (s)		2 710	3 575	2 710	2 710
závlahové ⁹ (z)		0	1 371	3 807	2 361
směsi ¹⁰ (s + z)		2 710	4 946	6 517	5 071

HPV – hladina podzemní vody – GWT – groundwater table

¹treatment, ²natural, ³fallow, ⁴denotation, ⁵yield, ⁶reserve of groundwater, ⁷volume of supplying water, ⁸precipitation, ⁹irrigation, ¹⁰mixtures

II. Měřené ukazatele kvality srážkové, závlahové a podzemní vody – Measured indicators of the quality of precipitation, irrigation and underground waters

Voda ¹		Srážková ²	Závlahová ³	Podzemní ⁴			
Varianta ⁵				přirozená ⁶	HPV 0,8	HPV 0,4	HPV 0,4 úhor ⁷
				A	B	C	D
NL	mg.kg ⁻¹			61,1	42,9	44,7	56,3
RL	mg.kg ⁻¹			996,1	648,6	525,5	569,8
pH				7,5	7,4	7,6	7,6
Vodivost ⁸	mS.m ⁻¹			101,1	78,7	70,1	73,5
ChSK	mg.kg ⁻¹			4,8	3,9	3,0	3,2
NH ₄ ⁺	mg.kg ⁻¹			0,06	0,25	0,08	0,08
NO ₃ ⁻	mg.kg ⁻¹	5,1	26,3	5,4	30,8	15,3	33,5
PO ₄ ³⁻	mg.kg ⁻¹			0,84	0,84	0,82	1,05
SO ₄ ²⁻	mg.kg ⁻¹	9,5	109,5	376,4	217,7	167,7	178,4
Cl ⁻	mg.kg ⁻¹	4,2	43,4	24,4	41,7	51,0	50,9
K ⁺	mg.kg ⁻¹	1,4	8,4	3,2	4,2	5,5	4,9
Ca ²⁺	mg.kg ⁻¹	10,0	76,2	180,4	131,2	117,2	117,1
Mg ²⁺	mg.kg ⁻¹	1,7	21,6	36,0	26,1	27,4	27,6
HCO ₃ ⁻	mg.kg ⁻¹			260,8	276,6	254,9	242,5
Směs ⁹							
NO ₃ ⁻	mg.kg ⁻¹			5,1	11,6	17,3	17,3
SO ₄ ²⁻	mg.kg ⁻¹			9,5	39,3	68,7	67,4
Cl ⁻	mg.kg ⁻¹			4,2	15,9	27,2	27,2
K ⁺	mg.kg ⁻¹			1,4	3,4	5,5	5,6
Ca ²⁺	mg.kg ⁻¹			9,9	30,3	47,8	48,4
Mg ²⁺	mg.kg ⁻¹			1,7	7,4	13,6	13,6

¹water, ²precipitation, ³irrigation, ⁴underground, ⁵treatment, ⁶natural, ⁷fallow, ⁸conductivity, ⁹mixture

U iontů uvedených v závorce není tato závislost na HPV jednoznačná a platí pouze pro varianty A a B, jak je dokumentováno v tab. II. U Mg^{2+} došlo k poklesu koncentrace pouze mezi variantami A a B, zatímco u varianty C došlo k jejímu nevýznamnému zvýšení. Koncentrace NO_3^- dosáhla maxima u varianty B a s dalším zvýšením HPV, tj. u varianty C, poklesla. Z údajů v tab. II lze vypočítat, že dvojmocné ionty Ca^{2+} , Mg^{2+} a SO_4^{2-} tvořily 83,6 % ze sumy koncentrací všech měřených iontů (reprezentujících přibližně 70 % obsahu RL), tj. více než pětinašobek sumy koncentrace jednomocných iontů K^+ , Cl^- a NO_3^- . Pokles koncentrace dvojmocných iontů u variant s nižší hodnotou HPV vysvětlujeme proto prostým naředěním zásoby podzemní vody srážkovou a závlahovou vodou, jejíž směs vstupující do lyzimetrických nádob obsahovala vždy nižší koncentrace těchto iontů. Opačnou závislost u jednomocných iontů, tj. vzrůst jejich koncentrace u variant s vyšším objemem podzemní vody, nelze zatím na základě jednoletých pozorování zcela vysvětlit, zřejmě však částečně souvisí s jejich relativně vysokým obsahem v závlahové vodě ve srovnání s podzemní vodou (tab. II). Snížení koncentrace nitrátů u varianty C vysvětlujeme jejich redukcí, probíhající v předpokládané přítomnosti organické hmoty zaplavením půdního profilu (Stevenson, 1986). K redukcí nitrátů při zvyšování HPV dochází v uvedených podmínkách nicméně v podstatně menším rozsahu, než uvádí např. Kvítek (1994) pro retardační drenáž. Na rozdíl od většiny předcházejících plodin (Soukup et al., 1994) byly v roce 1995 zjištěny významné rozdíly ve výnosech celeru, přičemž průměrný výnos z varianty C byl o 30 % vyšší než výnos z varianty A a o 72 % vyšší než výnos z varianty B (tab. II).

ZÁVĚR

Dosavadní výsledky ukazují, že závislost obsahu látek ve vodách na vláhovém režimu je statisticky významná, avšak není jednoznačná. Bylo pozorováno rozdílné chování jednomocných a dvojmocných iontů v závislosti na vláhovém režimu, tj. na objemu zásoby podzemní vody, ovlivněné v případě iontů NO_3^- jejich redukcí. Byl rovněž zjištěn významný vliv regulace vláhového režimu na výnos plodiny.

Výzkum je realizován v rámci řešení projektu GA ČR č. 502/95/0826 a navazuje na monitoring kvality vody probíhající na stanici Hořín orientačně od roku 1993 (Soukup et al., 1994).

LITERATURA

- FÍDLER, J.: Výparoměrná metoda určení vláhové potřeby zemědělských plodin, Rostl. Vyr., 39, 1993 (10): 967–975.
 FÍDLER, J.: Teplotní charakteristika a Bowenův poměr v porostech brambor při různých vláhových režimech. Rostl. Vyr., 41, 1995 (10): 451–457.
 KVÍTEK, T.: Možnosti snížení zatížení povrchových vod nitráty. Rostl. Vyr., 40, 1994 (12): 1129–1138.
 SOUKUP, M. – KULHAVÝ, Z. – KVÍTEK, T. – KAŠÁK, J.: Regulace vláhového režimu půdy a její vliv na kvalitu vody a plodin. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚMOP 1994.
 STEVENSON, F. J.: Cycles of soil. New York, Wiley-Intersci. 1986. 135 s.

Došlo 19. 2. 1996

Kontaktní adresa:

Ing. Ondřej Ivanek, CSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5-Zbraslav, Česká republika, tel.: 02/59 12 05, fax: 02/59 12 08

POKYNY PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem (včetně klíčových slov).

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce.

Rozsah vědeckých prací nemá přesáhnout 15 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měřových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojitě mezery), k rukopisu je vhodné přiložit disketu s prací pořízenou na PC v některém textovém editoru, nejlépe v T602, a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhozů. Jsou vyloučeny podtitulky článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Úvod má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce realizována a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky.

Literární přehled má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál.

Výsledky – při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

Literatura musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197. Citace se řadí abecedně podle jména prvního autora. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selectively reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short and a longer summary (including the key words).

The author is fully responsible for the originality of his paper, for its subject and formal correctness. The author shall make a written declaration that his paper has not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper.

The paper extent shall not exceed 15 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout shall correspond to the State Standard ČSN 88 0220 (quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript). A PC diskette should be provided with the paper, written in an editor program, preferably T602, and with graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

The title of the paper shall not exceed 85 strokes. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the contents and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise base numerical data including statistical data. It must contain key words. It should be submitted in English and if possible also in Czech or Slovak.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material.

In the section **Results** figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections Results and Discussion may be presented as one section only.

The citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telefon and fax number or e-mail.

OBSAH – CONTENTS

Šimon T., Kálalová S.: Příprava mutantů rhizobií rezistentních k antibiotikům a jejich využití – Preparation of antibiotic resistant mutants of rhizobia and their use.....	385
Mikanová O., Nováková J., Hanzlíková A., Kubát J., Filip Z.: Vliv dlouhodobého hnojení a antropogenní zátěže na biomasu a zastoupení některých skupin mikroorganismů – Effects of long-term fertilisation and anthropogenic load on biomass and the incidence of some groups of microorganisms.....	391
Kubát J., Cerhanová D., Mikanová O., Hanzlíková A., Filip Z.: Vliv dlouhodobého hnojení a antropogenní zátěže na aktivitu půdní mikroflóry – Effects of long-term fertilisation and anthropogenic load on activity of the soil microflora.....	399
Kováč L., Miklisová D., Pižl V.: Earthworm communities in arable soils of the East-Slovak Lowland – Spoločenstvá dážďoviek ornej pôdy Východoslovenskej nížiny.....	405
Vaněk V., Najmanová J., Petr J., Němeček R.: Minerální a mineralizovatelný dusík v půdě a výnosy obilnin – Mineral and mineralizable soil nitrogen and yields of cereals.....	411
Matula J., Mikšík V., Hrozinková A., Pechová M.: Zásobenost půdy hořčíkem a obsah hořčíku v nadzemní hmotě mladých rostlin žita – Soil supply with magnesium and the content of magnesium in the above-ground mass of young rye plants.....	417
Švihra J., Brestič M., Olšovská K.: Vplyv vodného a teplotného stresu na produktivitu odrôd ozimnej pšenice – The effect of water and temperature stresses on productivity of winter wheat varieties.....	425

INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ – INFORMATION – STUDY – REPORTS

Ivanek O., Soukup M.: Vztahy mezi vláhovým režimem, kvalitou vody a výnosy celeru na písčitohlinité půdě – Relationships among moisture regimes, quality of water and yields of celery on sandy loam.....	430
---	-----